

# அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பதினைந்து



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர்














Digitized by the Internet Archive  
in 2022 with funding from  
University of Toronto Scarborough Library



# அறிவியல் களஞ்சியம்







# அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பதினைந்து

(பாக்கு - பூனை வகை)



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர்-613 005



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெள்ளிவிழா ஆண்டு வெளியீடு - 4
---

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 286

திருவள்ளூர்வராண்டு 2036, புரட்டாசி - அக்டோபர் 2005

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 15
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேரா. எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	முனைவர் நே. ஜோசப்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 2005 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	1044
தாள்	:	டி.என்.பி.எல். மேப்லித்தோ 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	<b>உரூ. 800.00</b>
படிகள்	:	700
அச்சு	:	தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக மறுதோன்றி அச்சகம்.



# அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்

மேதகு சுர்ஜித் சிங் பர்னாலா

ஆளுநர், தமிழ்நாடு

புரவலர்

மாண்புமிகு முதல்வர் டாக்டர் ஜெ.ஜெயலலிதா

தமிழ்நாடு

இணைவேந்தர்

மாண்புமிகு அமைச்சர் சி.வி.சண்முகம்

கல்வி, தமிழ் வளர்ச்சி, ஆட்சிமொழி

மற்றும் பண்பாட்டுத் துறை, தமிழ்நாடு

துணைவேந்தர்

முனைவர் சி. சுப்பிரமணியம்

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்

பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)

முனைவர் நே. ஜோசப்

## பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் : பேராசிரியர் எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு) : முனைவர் நே.ஜோசப்

ஆய்வு உதவியாளர்கள் : திரு த. தெய்வீகன்  
வேதியியல்

முனைவர் அர. கமலதியாகராசன்  
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியரின் துறை

முனைவர் பெ. துரைசாமி  
இயற்பியல், கணிதம்

திருமதி இரா. இந்து  
எந்திர, மின் மற்றும் மின்னணுப் பொறியியல்

திருமதி க. சித்திராதேவி  
பொதுப் பொறியியல், நிலவியல்

ஒவியர் : திரு இரெ.அன்பரசன்



## தனறியறிவிப்பு

### Encyclopaedias

கலைக் களஞ்சியம்  
தமிழ் வளர்ச்சிக்கழக வெளியீடு  
சென்னை

Encyclopaedia Britannica  
Encyclopaedia Britannica Inc.  
London

Encyclopaedia Americana  
Americana Corporation  
Danbury, Connecticut 06816

The New Caxton Encyclopaedia  
The Caxton Publishing Company Ltd.  
London

The Collier's Encyclopaedia  
MacDonald Rain Tree Inc.  
Purnell Reference Books Division  
Orbis Publishing Limited  
London

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia  
Van Nostrand Reinhold Company  
New York

The New Book of Popular Science  
Grolier Inc.  
Danbury, Connecticut 06816

The International Wild Life Encyclopaedia  
Marshall Cavendish Corporation  
New York

The New Book of Knowledge  
Grolier Inc.  
London

The Hamlyn Children's Animal World  
Encyclopaedia in Colour  
The Hamlyn Publishing Group Ltd.  
London

### கலைச் சொற்கள்

Scientific and Technical Terms List  
Department of Scientific Tamil and  
Tamil Development  
Tamil University, Thanjavur 613001

பொறியியல் மருத்துவக் கலைச்சொற் பட்டியல்கள்  
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித்துறை  
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர் 613 005

ஜி.ஆர்.தாமோதரன்  
கலைச்சொல் அகராதி 1,2,3  
கலைக்கதிர் வெளியீடு  
கோயம்புத்தூர் 641 037

## வல்லுநர் குழு

இயற்பியல்

**முனைவர் வி. இராதாகிருஷ்ணன்**

பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை  
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
தஞ்சாவூர் 613 005

கணிதவியல் புள்ளியியல் வானியல்

**மேஜர் எம். அரவாண்டி**

27 புதுக் குடியிருப்பு  
மன்னார்புரம்  
திருச்சிராப்பள்ளி 620 020

**திரு ஏ.வி. சீனிவாசன்**

முதல்வர்  
ஈ.வெ.ரா.அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
திருவெறும்பூர்  
திருச்சிராப்பள்ளி 620 013.

பல்தலை .. மருத்துவர்

**டாக்டர் வே. புருஷோத்தமன்**

பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்  
நுண்ணுயிரியல் துறை  
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி மையம்  
நாமக்கல் 637 002

காவலியல்

**முனைவர் கே.அ. அர்ச்சுனன்**

146, நிஜாம் குடியிருப்பு  
புதுக்கோட்டை 622 001

**திரு நா. வெங்கடேசன்**

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை  
ம.இரா.அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
மன்னார்குடி 614 001

நிலவியல்

**முனைவர் ஞா. விக்டர் இராசமாணிக்கம்**

பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்  
நில அறிவியல் துறை  
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

பொறியியல்

**திரு கே.ஆர். கோவிந்தன்**

உதவிப்பேராசிரியர்  
எந்திரவியல் துறை  
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி  
சேலம் 636 011

மருத்துவர்

**டாக்டர் ஏகவடியான்**

முதன்மை மருத்துவர்  
செவனத் டே அட்வன்டிஸ்ட் மருத்துவமனை  
தஞ்சாவூர் 613 005

**டாக்டர் கே. குணசுந்தரி**

துணை முதன்மை மருத்துவர்  
பெல் மருத்துவமனை  
திருச்சி 620 014



வேதிப் பொறியியல்

**முனைவர் எஸ். குலசேகரன்**  
ஆராய்ச்சியாளர்  
மையத் தோல் ஆராய்ச்சிக் கழகம்  
அடையாறு  
சென்னை 600 020

**முனைவர் வி. சுப்ரமணியன்**  
துறைத்தலைவர்  
நெசவுப் பொறியியல் துறை  
அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி  
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 025

**முனைவர் கதிர். விசுவலிங்கம்**  
இணைப் பேராசிரியர்  
வேதிப் பொறியியல் துறை  
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 025

வேதியியல்

**திரு இரா. இலக்குமணன்**  
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை  
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
தஞ்சாவூர் 613 005

**முனைவர் இரா. தனஞ்செயன்**  
பேராசிரியர், மருந்தியல் துறை  
டாக்டர் ஏ.எல்.எம். அடிப்படை மருத்துவ அறிவியல்  
முதுகலைப் படிப்பு மையம்  
தரமணி  
சென்னை 600 113

**திரு ருத்ரா. துளசிதாஸ்**  
பேராசிரியர், வேதியியல் துறை  
29 பி.முத்துசாமி நகர்  
சிவகங்கை 623 560

**முனைவர் (திருமதி) ஜி. சரஸ்வதி**  
இணைப்பேராசிரியர், வேதியியல் துறை  
குந்தவை நாச்சியார் அரசுக் கல்லூரி  
தஞ்சாவூர் 613 007

## நன்றியுரை

அறிவியல் களஞ்சியம் பதினைந்தாம் தொகுதி வெளியிடுவதற்கு அனைத்து வகையிலும் ஆக்கமும் ஊக்கமும் நல்கித் துணைபுரிந்த மாண்புமிகு துணைவேந்தர் **முனைவர் சி. சுப்பிரமணியம்** அவர்கட்கு என் நன்றியை மகிழ்வுடன் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி வெளியிடுவதற்கு உரிய உதவி புரிந்து ஊக்கமளித்த பல்கலைக்கழகப் பதிவாளர் (பொறுப்பு) **முனைவர் க.பாஸ்கரன்** அவர்கட்கு என் நன்றியினைப் புலப்படுத்திக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி ஆக்கத்தின்போது பங்களிப்புச் செய்த முன்னை முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் பேராசிரியர் **எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி** அவர்கட்கும், கட்டுரைகளை வழங்கித் துணை செய்த கட்டுரையாளர்களுக்கும், அவற்றைச் சீரமைத்த வல்லுநர்கட்கும் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். மேலும் மெய்ப்புத் திருத்தும் பணியில் பல வழிகளில் உதவிய திரு **வி. தியாகராஜன்** மற்றும் திரு **நா.காமராஜ்** ஆகியோருக்கும் என் நன்றி.

இத்தொகுதி நன்முறையில் வெளிவர ஈடுபாட்டுடன் துணைநின்ற பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத்துறை இயக்குநர் (பொறுப்பு) **முனைவர் ஆ. இராமநாதன்** அவர்கட்கும் பதிப்புத்தறை மற்றும் அச்சகப் பணியாளர்களுக்கும் என் நன்றியினை உரித்தாக்கிக் கொள்கிறேன்.

இடம் : தஞ்சாவூர்  
நாள் : 04 - 10 - 2005

**முனைவர் நே. ஜோசப்**  
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)  
களஞ்சிய மையம்



## கட்டுரையாளர்கள்

### இயற்பியல்

#### பேரா.எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி

1. த.நா.மி.வாரியக் குடியிருப்பு  
நாஞ்சிக்கோட்டைச் சாலை  
தஞ்சாவூர் 613 009

#### திருமதி க.சித்திராதேவி

ஆய்வு உதவியாளர்  
களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

#### திரு ஜா.சுதாகர்

13. பழைய அஞ்சலகத் தெரு  
வடக்கன் குளம்  
திருநெல்வேலி 627 116

#### திரு அ.சுந்தரவேலுசாமி

துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை  
அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
கரூர் 639 005

#### முனைவர் பெ.துரைசாமி

ஆய்வு உதவியாளர்  
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறை  
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர் 613 005

#### திரு கொ.சு.மகாதேவன்

சென்னை 600 001

#### டாக்டர் வெ.ராதாகிருஷ்ணன்

பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை  
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி  
தஞ்சாவூர் 613 009

#### திரு கே.என்.ராமச்சந்திரன்

2024, ஆய்வுக்குளம் கிழக்குக் கரை  
சகாநாயகன் தெரு, தஞ்சாவூர் 613 009

### கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்

#### திரு என்.எத்திராஜுலு

விரிவுரையாளர் (தேர்வுநிலை), கணிதத்துறை  
அ.வீ.வா.நினைவு திரு புட்பம் கல்லூரி  
பூண்டி, தஞ்சாவூர் மாவட்டம் 613 503

#### டாக்டர் கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்

கே 33இ, அண்ணாநகர் கிழக்கு  
சென்னை 600 102

#### திரு நீ.சிவராமகிருஷ்ணன்

8. திருநகர்  
பழனி 624 602

#### திரு மு.திரவியம்

பேராசிரியர், கணிதத்துறை  
1. நாராயணசாமி கோவில் தெரு  
ஆழ்வார்க்குறிச்சி 627 412

#### திருமதி பங்கஜம் கணேசன்

1. யாகப்பா நகர்  
தஞ்சாவூர் 613 007

#### முனைவர் கு.மணிவாசகன்

துணைப் பேராசிரியர், கணிதத் துறை  
பொறியியல் கல்லூரி  
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை 600 025

#### திரு நெல்லை சு.முத்து

அறிவியலார்  
திட உந்துப் பொறிகள் திட்டக் குழுவகம்  
ஷார் விண்வெளி மையம்  
ஸ்ரீஹரிகோட்டா 524 124

## கால்நடை

### டாக்டர் கா.ஆய்யாதுரை

இணைப் பேராசிரியர்  
விரிவாக்கக் கல்வி இயக்ககம்  
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி வளாகம்  
சென்னை 600 001

### டாக்டர் மு.அழகுமுத்து

கால்நடை உதவி மருத்துவர்  
21 / 1, இரண்டாம் தெரு  
மாசிலாமணிபுரம்  
தூத்துக்குடி 628 008

### டாக்டர் கே.ஆர்.கிருஷ்ணன்

இணைப் பேராசிரியர்  
இறைச்சியியல் மற்றும் தொழில் நுட்பத்துறை  
தமிழ்நாடு கால்நடை அறிவியல் பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 007

### முனைவர் ஆர்.கோவிந்தன்

கால்நடை உதவி மருத்துவர்  
நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம்  
ஈரோடு 638 316

### டாக்டர் மு.சேகர்

உதவிப் பேராசிரியர்  
கால்நடை ஆராய்ச்சி நிலையம்  
காட்டுப்பாக்கம்  
செங்கல்பட்டு 603 203.

### டாக்டர் தே.வெ.நித்தியானந்தன்

உதவி இயக்குநர்  
கால்நடைப் பராமரிப்புத் துறை  
சென்னை 600 006.

### டாக்டர் வி.புருஷோத்தமன்

பேராசிரியர், நுண்ணுயிரியல் துறை  
கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி  
தமிழ்நாடு கால்நடை அறிவியல் பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 007

### டாக்டர் மு.முகமது அபீபுல்லா

இயக்குநர்  
விரிவாக்கத் துறை  
கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி  
தமிழ்நாடு கால்நடை அறிவியல் பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 006.

### டாக்டர் இரா.வசந்தகுமார்

உதவி இயக்குநர் - பொருளாதாரம்  
கால்நடைப் பராமரிப்புத்துறை இயக்ககம்  
திருவண்ணாமலை 606 601

### டாக்டர் வே.ஜெயா கிறிஸ்டி

கால்நடை உதவி மருத்துவர்  
துணை இயக்குநர் அலுவலகம்  
கால்நடைப் பெருக்கம் மற்றும் தீவன அபிவிருத்தி  
நாகர்கோவில்

## தாவரவியல், வேளாண் துறை

### முனைவர் கோ.அர்ச்சுனன்

இணைப்பேராசிரியர்  
தேசியப் பயறு வகை ஆராய்ச்சி மையம்  
வம்பன்  
புதுக்கோட்டை 622 203

### திரு த.இராமலிங்கம்

உதவி வேதியியல் நிபுணர்  
மண், நீர் நிர்வாக ஆராய்ச்சி நிலையம்  
காட்டுத்தோட்டம்  
தஞ்சாவூர் 613 001

### திரு கி.இராமன்

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை  
மதுரைக் கல்லூரி  
மதுரை 625 001

### திரு கி.ம.காசிராஜன்

வி.எஸ்.வி.என். தொழில்நுட்பக் கல்லூரி  
விருதுநகர் 626 001

### திரு சிவ.கார்த்திகேயன்

தாவரவியல் துறை  
மதுரைக் கல்லூரி  
மதுரை 622 001

### திரு சி.கிருஷ்ணன்

14, எஃப் இராமய்யா தெரு  
ஜெய்ஹிந்துபுரம்  
மதுரை 625 001

### திரு கோ.கோபாலன்

தாவரவியல் துறை  
மதுரைக் கல்லூரி  
மதுரை 625 001.



**திரு கா.சிவப்பிரகாசம்**

பேராசிரியர், பயிர்நோயியல் துறை  
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்  
கோயம்புத்தூர் 641 003

**திரு வ.சீனுவாசன்**

தரக்கட்டுப்பாட்டு துறை  
ஃபார்ம் பிராடக்ட்ஸ், மருத்துவக்கல்லூரிச் சாலை  
தஞ்சாவூர் 613 007

**திரு மி.வி.கப்பாராவ்**

இணைப் பேராசிரியர்  
தேசியப் பயறு வகை ஆராய்ச்சி மையம்  
வம்பன் 622 303  
புதுக்கோட்டை மாவட்டம்

**திரு என்.தண்டபாணி**

இணைப் பேராசிரியர், பூச்சியியல் பிரிவு  
தேசியப் பயறுவகை ஆராய்ச்சி மையம்  
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்  
கோயம்புத்தூர் 641 003

**திரு கே.ஆர்.திருவேங்கடசாமி**

10, லெட்சுமி திரையரங்கச் சாலை  
செனாய் நகர்  
சென்னை 600 030

**திரு இரா.துறை**

தாவரவியல் முதுநிலை ஆசிரியர்  
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி  
நன்னிலம் 609 704

**திரு கே.ஆர்.பாலசந்திரகணேசன்**

முதல்வர் (ஓய்வு)  
அரசுக் கலைக்கல்லூரி  
அரியலூர் 621 713

**திரு அ.விவரங்கராஜன்**

தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்  
கோயம்புத்தூர் 641 003

**திருமதி ஸ்ரீவகமதி**

14ஈ, இராமய்யா தெரு, ஜெயஹிந்துபுரம்  
மதுரை 625 011

**திரு ரெ.வீரவேல்**

விரிவுரையாளர், பூச்சியியல் துறை  
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்  
அண்ணாமலைநகர் 608 002

**திரு.அ.ஜெயராமன்**

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை  
மதுரைக் கல்லூரி  
மதுரை 625 011

**திரு தி.ஸ்ரீகணேசன்**

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை  
மதுரைக் கல்லூரி  
மதுரை 625 011

**நிலவியல் துறை****திரு ம.ச.ஆனந்த்**

13, பச்சையப்பா விடுதித் தெரு  
சேத்துப்பட்டு  
சென்னை 600 031

**திருமதி எ.உஷா**

ஆய்வாளர்  
நில அறிவியல் துறை, தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திருமதி எஸ்.கீதா**

ஆய்வு உதவியாளர்  
நில அறிவியல் துறை, தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு ந.சந்திரசேகர்**

உதவிப் பேராசிரியர்  
வ.உ.சி. கல்லூரி  
தூத்துக்குடி 628 008

**திருமதி இரா.சரசுவாணி**

சென்னை 600 001

**திருமதி க.சித்திராதேவி**

ஆய்வு உதவியாளர்  
களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு கதர்சனம்**

சுரங்கத்துறை உதவிப் பேராசிரியர்  
வ.உ.சி. கல்லூரி  
தூத்துக்குடி 628 008

**திரு எஸ்.முத்துக்கிருஷ்ணன்**

ஆய்வாளர், நில அறிவியல் துறை  
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு கே.சி.ராஜசேகரன்**

நிலவியல் துறை  
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 005

**திரு இல.வைத்திலிங்கம்**

15ஆம் தெரு  
சாமிநகர், பாகாயம்  
வேலூர் 632 002

**திரு கே.ஷெப்பர்டு**

ஆய்வாளர், நில அறிவியல் துறை  
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**பொறியியல்****எந்திரப் பொறியியல்****திரு வயி.அண்ணாமலை**

உதவிப்பேராசிரியர், எந்திரவியல் துறை  
மூகாம்பிகை பொறியியல் கல்லூரி  
கீரனூர் 622 502

**திருமதி வா.அனுகயா**

சென்னை 600 001

**திருமதி இரா.இந்து**

ஆய்வு உதவியாளர்  
களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு எம்.இளங்கோவன்**

விரிவுரையாளர்  
டி.டி.சி.எஸ்.எம். தொழில்நுட்பக் கல்லூரி  
பாலக்கோடு 636 808  
தர்மபுரி மாவட்டம்

**திரு ஜி.கண்ணன்**

சிவிசிடி இல்லம்  
கானாடுகாத்தான் 623 103

**திரு கே.ஆர்.கோவிந்தன்**

பேராசிரியர், எந்திரவியல் துறை  
தந்தை பெரியார் அரசு தொழில்நுட்பக்கல்லூரி  
வேலூர் 632 002

**திரு சொ.மனோகரன்**

தொளசம்பட்டி  
ஓமலூர் வட்டம்  
நாமக்கல் மாவட்டம் 636 503

**திரு க.வேதகிர்**

விரிவுரையாளர், எந்திரவியல் துறை  
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி  
சேலம் 636 011

**திரு வெ. ஸ்ரீதர்**

மனப்பாறைச் சாலை  
வைகைநல்லூர்  
குளித்தலை 639 104

**பொதுப் பொறியியல்****திரு என்.வி.அருணாசலம்**

கே.33, அண்ணாநகர் கிழக்கு  
சென்னை 600 102

**டாக்டர் அ.இளங்கோவன்**

பேராசிரியர்  
கட்டுமானப் பொறியியல் துறை  
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்  
சென்னை 600 025

**திரு அ.வீரப்பன்**

151, பெரிய தெரு  
திருவல்லிக்கேணி  
சென்னை 600 005

**மின் மற்றும் மின்னணுப் பொறியியல்****திருமதி இரா.இந்து**

ஆய்வு உதவியாளர்  
களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**பேரா.எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி**

1, த.நா.மி.வா.குடியிருப்பு  
நாஞ்சிக்கோட்டைச் சாலை  
தஞ்சாவூர் 613009

**திரு எஸ்.கந்தரசீனிவாசன்**

மேற்பார்வைப் பொறியாளர்  
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்  
தஞ்சாவூர் 613 001

**திரு க.அர.பழனிச்சாமி**

உதவிப் பேராசிரியர்  
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி  
சேலம் 636 011



## வேதிப் பொறியியல்

### முனைவர் மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைப் பேராசிரியர், வேதியியல் துறை  
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி  
அரசுத் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி வளாகம்  
கிருஷ்ணகிரி 636 001

## மருத்துவம்

### டாக்டர் ச.ஆதித்தன்

ஈ8 பணியாளர் குடியிருப்பு  
ஜிபம்ர்  
புதுச்சேரி 605 006

### டாக்டர் வெ.கண்ணன்

அடிப்படை மருத்துவப்பட்ட மேற்படிப்பு நிறுவனம்  
தரமணி  
சென்னை 600 113

### டாக்டர் எஸ்.கணபதிசுந்தரம்

பேராசிரியர், நுண்கிருமியியல் பிரிவு  
முதல்வர் (பொறுப்பு)  
திருநெல்வேலி மருத்துவக்கல்லூரி  
திருநெல்வேலி 627 010

### டாக்டர் அ.கதிரசேன்

24 கோவில் தெரு  
அழகப்பா நகர்  
சென்னை 600 010

### டாக்டர் மு.ப.கிருஷ்ணன்

39, தணிகாசலம் சாலை  
எண்.5 பிருந்தாவன் அடுக்கு  
சென்னை 600 017

### டாக்டர் சு.கோமதி

உதவிப் பேராசிரியர், நுண்ணுயிரியல் பிரிவு  
திருநெல்வேலி மருத்துவக்கல்லூரி  
திருநெல்வேலி 627 008

### டாக்டர் சாரதா கதிரசேன்

24 கோவில் தெரு  
அழகப்பா நகர்  
சென்னை 600 002

### டாக்டர் கு.சிவஞானம்

54 காந்தி நகர்  
திண்டிவனம் 604 002

### டாக்டர் சுதா சேஷய்யன்

8 சோமசுந்தரம் தெரு  
ஞ்ரோம்பேட்டை  
சென்னை 600 014

### டாக்டர் ஜே.தங்கா

உள்ளூறைப் பயிற்சி மருத்துவர்  
திருநெல்வேலி மருத்துவக்கல்லூரி  
திருநெல்வேலி 627 008

### டாக்டர் பத்மா சங்கர்

பிளாட் எண் 9, 20/21 காஜா மேஜர் சாலை  
எழும்பூர்  
சென்னை 600 008

### டாக்டர் டி.எம்.பரமேஸ்வரன்

சி-261-திருநகர்  
மதுரை 625 001

### டாக்டர் மு.கி.பழனியப்பன்

635, இரண்டாம் தெரு  
கொரட்டூர், சென்னை 600 080

### டாக்டர் மா.ஜெ.ஃமீரடெரிக் ஜோசப்

பொன்னகம்  
பாம்பாட்டித் தெரு  
தஞ்சாவூர் 613 001

## விலங்கியல், கடலியல்

### திரு எஸ்.அசோகன்

துணைப்பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை  
அ.வ.அ.கல்லூரி  
மன்னம்பந்தல் 609 002

### திரு கொ.அருணாசலம்

உதவிப்பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை  
வ.உ.சி.கல்லூரி  
தூத்துக்குடி 628 008

### திரு கே.அன்புமணி

12 கடைத்தெரு  
சுல்தான்பேட்டை  
வேலூர் 638 182

### திருமதி இரா.இந்து

ஆய்வு உதவியாளர்  
களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்  
தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு கோவி.இராமகவாம்**

துணைப்பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

அ.வ.அ. கல்லூரி

மன்னம்பந்தல் 609 002

**திரு எம்.உத்தமன்**

விலங்கியல் துறை

அமெரிக்கன் கல்லூரி

மதுரை 626 002

**திரு ஜோ.எட்வின்**

விலங்கியல் துறை

வ.உ.சி. கல்லூரி

தூத்துக்குடி 628 008

**திரு பூ.கணேசன்**

விலங்கியல்-கடலியல் பிரிவு

தேசியக் கடல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம், டோனா பவுலா

கோவா 403 004

**திரு பா.கிருஷ்ணராவ்**

உதவிப் பேராசிரியர்

மீன்வளக் கல்லூரி

தூத்துக்குடி 628 008

**பேரா. எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி**

1. த.நா.மி.வா.குடியிருப்பு

நாஞ்சிக்கோட்டைச் சாலை

தஞ்சாவூர் 613 009

**திரு அ.சங்கரன்**

பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி

தஞ்சாவூர் 613 005

**டாக்டர் இரா.சந்தானம்**

இணைப் பேராசிரியர்

மீன்வளக் கல்லூரி

தூத்துக்குடி 628 008

**டாக்டர் கு.சம்பத்**

விலங்கியல் துறை

வ.உ.சி.கல்லூரி

தூத்துக்குடி 628 008

**திரு அ.சன்னியாசிநாதன்**

விலங்கியல் பேராசிரியர்

6. பழனியப்பா நகர்

சேலம் 636 007

**திரு இரா.சிவக்குமார்**

இணை ஆய்வாளர்

நில அறிவியல் துறை, தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு எஸ்.ஆர்.டி.சுந்தரமூர்த்தி**

பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

அருள்மிகு பழனியாண்டவர் கலை பண்பாட்டுக் கல்லூரி

பழனி 624 602

**முனைவர் மு.அ.கஸ்தான் அலி**

துணைப்பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

ஸ்ரீலாசவி கல்லூரி

ஈரோடு 638 316

**முனைவர் எஸ்.ஏ.செல்லப்பா**

பேராசிரியர், நுண்ணுயிரியல் துறை

தஞ்சாவூர் மருத்துவக்கல்லூரி

தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு இரா.தமிழ்வாணன்**

விரிவுரையாளர், விலங்கியல் துறை

அரசுக் கலைக்கல்லூரி

கிருஷ்ணகிரி 636 001

**திரு வீ.தமிழரசன்**

முதுநிலை விரிவுரையாளர், விலங்கியல் துறை

மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி

தஞ்சாவூர் 613 005

**திரு கா.மு.சு.நசிமுல்கான்**

உதவிப்பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

வ.உ.சி.கல்லூரி

தூத்துக்குடி 628 008

**திரு ஜி.எம்.நடராஜன்**

பேராசிரியர், விலங்கியல்துறை

அரசுக் கலைக்கல்லூரி

கோயம்புத்தூர் 641 018

**திரு செ. மரிய சூசைநாதன்**

முதல்நிலை நூலகர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் 613 005

**முனைவர் முகமது அநசீப்**

உதவிப் பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை

சி.அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி

மேல் விஷாராம் 632 509

# அறிவியல் களஞ்சியம்

## தொகுதி பதினைந்து

### பாக்கு மரம்

இது கமுகு என்றும் கூறப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் அரிகா கடெச்சு (Areca catechu) என்பதாகும். பாக்கு, அரிகேசி அல்லது பாமே எனப்படும் ஒருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். அரிகா இனத்தில் ஏறத்தாழ 20 சிற்றினங்கள் உண்டு. அவை பெரும்பாலும் இந்தோ-மலேய வெப்ப மண்டலங்களில் காணப்படும். இந்தியாவில் இதன் 4 சிற்றினங்கள் உள்ளன.

பாக்கின் பிறப்பிடம் மலேயா நாடாக இருக்கக்கூடும் எனத் தாவரவியலார் கருதுகின்றனர். இந்தியக் கடற்கரையோரப் பகுதிகளிலும் மலையடிவாரங்களிலும் இது பயிரிடப் படுகிறது. பொதுவாகப் பாக்கு, தென்னையைப் போல் கடற்கரையைச் சார்ந்த உப்பு மண்ணில் நன்றாக வளரும். எனினும் மலைகளில் 1000 மீ. உயரம் வரை காணப்படுகிறது.

வளரியல்பு. இது 15-20 மீ. உயரம் வளரக்கூடிய மெல்லிய தண்டுடைய மரமாகும். இதன் தண்டு வெண்மையாக, வழுவழப்பாக இருக்கும். இலையின் வடுக்கள் தண்டில் வட்டமாகக் காணப்படும். கிளைக்காத தண்டின் நுனியில் இலைகள் கொத்தாக அமைந்திருக்கும்.

இலை. சிறகு வடிவக் கூட்டிலையின் பட்டை அகலமாக, தண்டைச் சுற்றிக் குருத்துக்குப் பாதுகாப்பாக இருக்கும். இப்பட்டை கெட்டியாகத் தோல் போலிருக்கும்.

இலை 1.5-2 மீ. நீளமிருக்கும். குருத்திலைப் பரப்பு விசிறி மடிப்புடன் அழகாகக் காணப்படும்.

மஞ்சரி. கூட்டு மடல் மஞ்சரியாகும். மடல் எனப்படும் பூவடிச் செதில் வெண்மையாகவும், வழுவழப்பாகவும் இருக்கும். இது மஞ்சரிக்குப் பாதுகாப்பு அளிக்கும். சுதிர் மஞ்சரி மிகுதியாகக் கிளைத்திருக்கும். ஒரு பருவத்தில் பல மஞ்சரிகள் தோன்றும். அவை முன் பருவத்தில் உதிர்ந்த இலைகளின் கோணங்களில் காணப்படும். மஞ்சரியின் அடிப்பகுதி நீண்டு குழல் போலிருக்கும். ஒவ்வொரு கிளை மஞ்சரியும் 20 செ.மீ. நீளமிருக்கும். மலர்கள் ஒரு பால், ஓரில்ல, ஒழுங்கான 3 அங்க வகையின. கிளை மஞ்சரியில் 1 - 3 பெண் பூக்கள் இருக்கும். அவை மஞ்சரிக் கிளையின் அடியில் அமைந்திருக்கும். பல ஆண் பூக்கள் ஒரு வரிசையில் மஞ்சரிக்கிளையின் மேல் பகுதியில் காணப்படும். ஆண் பூக்கள் 3 மி.மீ. நீளமிருக்கும்.

புல்லிகள் மூன்றும், முக்கோண வடிவில் கீழே இணைந்தவை. அல்லிகள் மூன்றும் முட்டை வடிவானவை. 6 மகரந்தத் தாள்கள் உள்ளன. மகரந்தத்தாள் காம்பு 1 மி.மீ. மகரந்தப்பை 2-5 மி.மீ. நீளமிருக்கும். மலட்டுச் சூலகம் 3 மி.மீ. நீளத்தில் இரண்டாகப் பிளவுபட்டிருக்கும். பெண் பூ 1.5 செ.மீ. நீளம். 3 புல்லிகளும், 3 அல்லிகளும் நிலைத்தவை.

சூலகம். இது ஓரறை கொண்டது. மேல்மட்டச் சூலகப்பை காணப்படும். ஒரு சூல் மட்டும் கீழொட்டு





பாக்கு (Areca Catechu)

முறையில் காணப்படும். நேரான உள்ளோட்டுச் சதைக் கனி (drupe) 3x2 செ.மீ. நீளத்தில் சற்றே நீண்டு, முட்டை வடிவில் இருக்கும். இது பழுத்த நிலையில் அழகான ஆரஞ்சு வண்ணத்தைக் கொண்டிருக்கும். கனித்தோல், நார்களால் ஆனது. பாக்கு எனச் சொல்லப்படும் விதை 2-3 செ.மீ. நீளத்தில் பழுப்பு வண்ணத்தைக் கொண்டிருக்கும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் வெண்மையான முளை சூழ்தசைத் (endosperm) திசுவில் பழுப்பு ஆரப்போக்குக் கோடுகளைக் காணலாம்.

பாக்கின் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பகுதி கொட்டையாகும். இது உருவத்திலும் அளவிலும் பெரிதும் வேறுபடுவதுண்டு. சில கொட்டைகள் பெரியவையாகவும் தட்டையாகவும் பெரும்பாலும் கசப்பாக இருக்கும். கொட்டைகளின் துவர்ப்புத் தன்மையிலும் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. சில பாக்கு வகைகளைச் சுவைக்கும்போது தொண்டைக் கமறல், கோழை சுரத்தல் போன்றவை ஏற்பட்டுத் தொண்டை கட்டிக் கொள்வதுமுண்டு.

**சாகுபடி.** பாக்கு, ஈரப்பசையோடு கூடிய வெப்பச் சூழ்நிலையில் நன்கு வளரும். மழை மிகுதியாகப் பொழியக் கூடிய இடங்களிலும் வளரும். வறட்சியைத் தாங்கும் திறன் இல்லை. ஆனால் மழை மிகுந்துள்ள இடங்களில் வடிகால் வசதி இன்றியமையாதது. கன்று நிலையில் நிழல் தேவைப்படுவதால் கனித் தோட்டங்களில் கூட்டுப் பயிராகச் சாகுபடி செய்யலாம். வாழை, தென்னை, மா, பலா, கொய்யா முதலியவற்றோடு சேர்த்துப் பயிரிடப்படுவதுண்டு. கேரளக் கடற்கரையில் காணப்படும் செம்பூரன் வகை மண்ணிலிருந்து வங்காள, அஸ்ஸாம், தஞ்சை வண்டல் மண் நிலங்கள் வரை வளரக்கூடியது. கர்நாடகத்தில் பின்பற்றப்படும் வளர்ப்பு முறையே இந்தியா முழுவதும் கையாளப்படுகிறது. இம் மாநிலத்தின் மலைகளில் பள்ளத்தாக்குகளிலும், சமவெளிகளில் ஆற்றுப் படுகைகளிலும் பாக்கு பயிரிடப்படுகிறது.

நவம்பரில் 25-30 வயதுடைய சிறந்த மரங்களிலிருந்து விதைக்காகப் பழுத்த கனிகள் பறிக்கப்படும். நடுவதற்கு முன் அவற்றை ஓரிரு நாள் வெயிலில் சற்றே காய வைப்பர். பாக்குக் கனிகள் நன்கு பண்படுத்தப்பட்ட பாத்தியில் நடப்படும். சிலர் வாழைப்பட்டையினுள் பாக்கை ஈரமண்ணுடன் சேர்த்துக் கட்டி வைப்பர். அவை முளைத்தவுடன் தக்க இடங்களில் நடுவதுண்டு. பாத்தியில் நடப்பட்ட கனிகள் முளைத்த 2 ஆண்டுகள் கழித்து இடம் பெயர்த்து நடப்படும். பொதுவாக ஏக்கருக்கு 400 கன்றுகள் தேவைப்படும். 2 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் பழைய மரங்களுக்கு இடையே கன்றுகளை நட வேண்டும். பயன் தராத பழுத்த மரங்கள் நீக்கப்பட்டால் புது

மரங்கள் பயனளிக்கத் தொடங்கும். அதனால் சில பெரிய தோட்டங்களில் 800-1200 பாக்கு மரங்களைக் காணலாம்.

கன்றுகளை நடும்போது மரத்திற்கு மரம் 3 மீ. இடைவெளியும், வரிசைக்கு வரிசை 4 அல்லது 5 மீ. இடைவெளியும் தேவைப்படும். மலைப் பகுதிகளில் நிலத்தை ஆயத்தம் செய்தவுடன் முன் கூறியபடி இடைவெளி விட்டு வாழைக் கன்றுகளை வரிசை, வரிசையாக நடவேண்டும். ஓராண்டுக்குப் பின் வரிசைகளின் நடுவில் பாக்கு நாற்றுக்களை நட வேண்டும். பாக்கு மரங்கள் நன்கு வேருன்றியவுடன் மிளகுக் கொடிகளை அவற்றின் மீது ஏற்றி விடுவர். வரிசைகளின் நடுவில் உள்ள பள்ளத்தில் ஏலச் செடிகளை நட்டுப் பயிர் செய்வர். மரத்தைச் சுற்றி ஒவ்வோர் ஆண்டும் குழி பறித்துத் தழை உரம், புது மண் ஆகியவற்றைப் போட வேண்டும். இதனால் மண் அரிப்புத் தடுக்கப்படும்.

சமவெளிகளில் பாக்கு பயிரிடும்போது மிளகுக் கொடிகளுக்குப் பதில் வெற்றிலைக் கொடிகளை ஏற்றிவிடுவர். ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஏக்கருக்கு 10 வண்டி தொழு உரம் போட வேண்டும். பொதுவாகப் பாக்கு, நட்ட 10 அல்லது 12 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் பயன் தரத் தொடங்கும். பாக்கு 60-100 ஆண்டு வாழ்ந்தாலும் 30-60 ஆண்டு வரையே நன்கு பயனளிக்கும். உதிர்ந்த இலைகளின் கோண மொட்டுகள் மஞ்சரிகளைக் கொடுக்கின்றன. ஒரு பருவத்தில் பொதுவாக 2 அல்லது 3 மஞ்சரிகளே தோன்றும். வருஷாந்தரவுடன் பெண் பூக்கள் 10-11 மாதத்தில் பழுக்கத் தொடங்கும். பொதுவாக ஆகஸ்ட்-ஜனவரியில் அறுவடை செய்யப்படும். ஒரு பருவத்தில் 2 அல்லது 3 முறை பாக்கு பறிக்கப்படும். குலைக்கு 200-250 காய் வீதம் ஒரு மரம் ஒரு பருவத்தில் 2 அல்லது 3 குலைகள் கொடுக்கும்.

கொட்டைப் பாக்கை நேரிடையாகவோ பதப்படுத்தியோ பயன்படுத்துவர். தென்னிந்தியாவில், பதப்படுத்திய பாக்கே பயன்படுத்தப்படுகிறது. நேரிடையாகப் பயன்படுத்த வேண்டுமெனில் பாக்கை நன்கு பழுத்த நிலையில் பறிக்க வேண்டும். அந்நிலையில் துவர்ப்பு குறைவாக இருக்குமாதலால் நீண்ட நாள்களுக்குக் கெடாது. கனிகளின் தோலை உரித்து அல்லது கனியை இரண்டாக வெட்டிக் காய வைப்பர். மட்டை காய்ந்தவுடன் அதிலிருந்து பாதிப் பாக்கு எளிதாக வெளி வந்துவிடும். சில பகுதிகளில் முழுக் கனியையும் 4 அல்லது 6 வாரங்கள் வெயிலில் காய வைப்பர். தேவையேற்படும்போது வெட்டிக் கொட்டையை எடுப்பர். கொட்டையைப் பதப்படுத்தும் முறை மைசூரில் சிறப்பு வாய்ந்தது. இம்முறையைப் பாலக்காடு, கோயம்புத்தூர் ஆகிய இடங்களிலும் பின்பற்றுவர்.



#### 4 பாக்கு

பச்சைக் கொட்டையில் டானின், பச்சைப் பொருள் ஆகியன மிகுதியாக உள்ளமையால் அவற்றை நீக்கிப் பதப்படுத்தும்போது நல்ல நிறத்தையும், சுவையையும், நீண்ட காலம் கெடாத தன்மையையும் கொட்டைகள் பெறுகின்றன. பதப்படுத்தும்போது டானின் தோலிலிருந்து முளை சூழ்தசைப் பகுதியில் நுழைந்து அதை மெல்வதற்கேற்றவாறு மென்மையடையச் செய்கிறது. பதப்படுத்த வேண்டிய பாக்கை ஏறத்தாழப் பழுத்த நிலையில் பறிக்க வேண்டும். ஆனால் பழமாகிவிடக் கூடாது. மிகவும் பச்சையாக இருந்தால், கொட்டை சுருங்கித் தரம் குறைந்துவிடும். கனி மிகுதியாகப் பழுத்துவிட்டால் கெட்டியாக வெளுத்துவிடும். தோல் நீக்கிய கொட்டைகளை 3 நாளுக்கு மேல் பச்சையாக வைத்திருக்கக் கூடாது. மட்டையை உரிக்கும்போது கொட்டை மெல்லிய தோலோடு இருக்குமாறு செதுக்க வேண்டும். பிறகு கொட்டையை இரண்டாகவோ மெல்லிய துண்டுகளாகவோ வெட்டுவர். பாதியாக அல்லது துண்டுகளாக வெட்டிய பாக்கை, நீர் மற்றும் முந்தைய ஆண்டு பாக்கு காய்ச்சிய நீர்மச் சேர்க்கையில் 1-3 மணி நேரம் ஊற வைப்பர். கொட்டை வேக்காடு பக்குவம் அடைந்தவுடன் அதிலுள்ள கரு தானாகவே உதிர்ந்துவிடும். மேலும் கொட்டை உள்நோக்கிச் சற்றே வளையும். பிறகு கொட்டைகளை அதிலிருந்து எடுத்து 6-9 நாள் வெயிலில் காய வைப்பர்.

நீர், சோகரு கலவை 3 அல்லது 4 முறை பயன்படுத்திய பிறகு தக்க பக்குவம் அடைந்தவுடன் அடுத்த ஆண்டுக்குச் சேமித்து வைக்கப்படும். சோகரு கிடைக்காதபோது நாவல், வேங்கை, அரசு மரப்பட்டை, வெற்றிலை, கண்ணாம்பு முதலியவை பயன்படுத்தப்படும். சில இடங்களில் நல்லெண்ணெய், வெல்லம் ஆகியவற்றைச் சேர்ப்பர். இதனால் கொட்டை பளபளப்பைப் பெறும். பதப்படுத்தப்பட்ட பாக்கை 3 வகைகளாகப் பிரிப்பர். முழுப் பாக்கை இடி என்றும், இரண்டாக வெட்டப்பட்ட பாக்கைப் பலவகைப் பாக்கு என்றும், சிறு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டதைக் குரு என்றும், இதில் சிறந்த வகையை இலவங்கச் சுருள் என்றும் பகுப்பர். இது கிராம்பு போன்ற தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும். பீடன் என்பது மிகச் சிறந்த வகையாகும். இதற்கு அடுத்தபடியாகச் சிக்கி என்பது சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இது சற்றுக் கறுப்பாகவும், சுருங்கியும் காணப்படும். தரங்குறைந்த பாக்கைப் பெட்டி என்பர்; இப்பாக்கு கட்டை போல் கெட்டியாக இருக்கும். தஞ்சாவூர் மாவட்டத்தில் முழுப் பாக்கை மெல்லிய வில்லைத் துண்டுகளாகக் கைகள் அல்லது எந்திரங்கள் மூலமாக வெட்டுவர். இது சீவல் எனப்படும்.

பயன். இந்தியா, மியான்மர், இலங்கை, மலேசிய நாடுகளில் பாக்கைத் தனியாகவோ வெற்றிலையுடன் சேர்த்தோ பயன்படுத்துவர். இளம் கொட்டைகளை மலமிளக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம். இந்தியாவிலும், சீனாவிலும் நீண்ட காலமாகப் பாக்கைக் குடல்பூச்சி நீக்கியாகப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர். விலங்கு மருத்துவர்கள் இதை நாடாப்புழுவை நீக்கப் பயன்படுத்துவதுண்டு. அர்கோலின் என்னும் நச்சுத் தன்மை வாய்ந்த அல்கலாய்டு கொட்டையிலுள்ளது. இது நரம்பு மண்டலத்தைப் பாதிக்கக்கூடியது. பெருமளவில் உட்கொண்டால் இது பக்கவாதத்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

#### பாக்குச் சிட்டு

இது பேசரிபார்மீஸ் வரிசையில் டிக்கேய்டே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த குருவியாகும். சிட்டுக் குருவியை விட உருவில் சிறியதாய் மெலிந்த உடல் தோற்றம் கொண்டது. பாக்குச்சிட்டுக் குருவியின் (Flower pecker) மூன்று சிறப்பினங்கள் தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

#### தடித்த அலகு பாக்குச் சிட்டு (Dicacum agile).

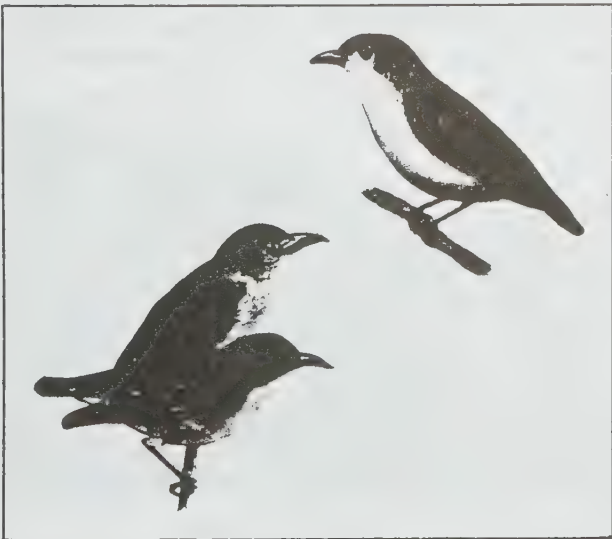
இதன் தடித்த நீலநிற அலகையும் ஆரஞ்சுச் சிவப்பான விழிப்படலத்தையும் கொண்டு இதனை இனங்காணலாம். உடலின் மேற்பகுதி ஆழ்ந்த பச்சை வண்ணம் தோய்ந்த சாம்பல் நிறமானது. பிட்டம் பசுமை தோய்ந்த சாம்பல் நிறமானது. குட்டையான வாலிறுகளின் நுனி வெள்ளைப் பட்டையோடு கூடியது. மாம்பும்வயிறும் இளம் சாம்பல் நிறத்தில் மங்கிய பழுப்பு நிறக்கோடுகளுடன் இருக்கும். தமிழ்நாட்டில் காவிரிக்குத் தெற்கே உள்ள கடல் சார்ந்த மாவட்டங்கள் தவிரத் தென்னிந்தியாவில் தோப்புத் துரவுகள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து இது காணப்படுகிறது. லோரன்தஸ் புல்லுருவி வளர்ந்துள்ள மரங்களில் இதைச் சாதாரணமாகக் காணலாம். தனித்தும் இணையாகவும் மரங்களின் உயர் கிளைகளிடையே தாவித் திரிந்து சுறுசுறுப்பாக இரை தேடும். அத்தி, அரசு, ஆல மரங்களின் கனிகள், லாண்டாவின் கொட்டையோடு கூடிய கனிகள், லோரன்தஸ் புல்லுருவியின் கனிகள் ஆகியவை இதன் முதன்மை உணவு ஆகும். இலவம், முள்முருங்கை ஆகிய மரங்கள் மலரும் காலங்களில் அம்மலர்களில் தேன் குடிப்பதோடு இலுப்பம் பூவின் இதழ்களையும் உண்கிறது. இது சிறுபூச்சி, சிலந்தி ஆகியவற்றையும் தின்னும். வாலை விரித்துச் சுழற்றி ஆட்டியபடி சிக், சிக் எனக் கத்தும். சனவரி-ஜூன் மாதங்களில் மரங்களில்



உயரே இலைக்கொத்து ஒன்றில் 10 செ.மீ. நீளமுள்ள தொங்கும் பனை வடிவிலான கூட்டை உதிர்ந்த மரப்பட்டைத் தூளோடு, மரப்பாசி, புல் சிலந்திநூல் முதலியவற்றைத் திரட்டி அமைத்துச் செம்பழுப்புக் கறைகளோடு கூடிய மூன்று முட்டைகளிடும். ஆணும் பெண்ணும் கூடமைப்பதிலும் அடைக்காப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கு பெறுகின்றன.

#### டிக்கம் பாக்குச் சிட்டு (Dicacum erythorhynchors).

பெண் தேன் சிட்டினை ஒத்த இது அதைவிடச் சிறியது. குட்டையான சிவப்பு நிற அலகுடையது. இது தோற்றத்தில் ஆழ்ந்த பச்சை வண்ணம் தோய்ந்த பழுப்பு நிற முதுகும், இளம் சாம்பல் நிற மார்பும், வயிறும் கொண்டது. தென்னிந்தியா எங்கும் புல்லுருவி தழைத்து வளர்ந்துள்ள மரங்கள் உள்ள இடங்களில் தனித்தும் இணையாகவும் மரங்களின் உயரே கூறுகூறுப்பாகச் சிக், சிக் எனக் குரல் கொடுத்தபடி பறந்து திரியும். புல்லுருவியின் கனிகளை விதைகளோடு தின்று எச்சத்தோடு வெளிப்படுத்திப் புல்லுருவியைப் பரவச் செய்யும். இது தேக்கு வளரும் காடுகளுக்கும், மா, கொய்யா மரங்கள் நிற்கும் தோப்புகளுக்கும் தீங்கிழைக்கிறது. சிறு பழங்களோடு கூட மலர்களில் தேன், சிலந்தி, சிறு பூச்சி ஆகியவற்றையும் உணவாகக் கொள்கிறது. பிப்ரவரி-செப்டம்பரில் சிறிய தொங்கும் பை வடிவிலான கூட்டைப் புல், மரப்பட்டை, பாசி ஆகியவற்றைக் கொண்டு மரங்களில் உயரக் கட்டிக் கறையற்ற மூன்று வெண்ணிற முட்டைகள் இடும். காண்பதற்குத் தேன் சிட்டின் கூட்டை ஒத்த இதன் கூடு அதன் நுழைவாயிலின் மேல் வளைவினைப் பெற்றிராது.



டிக் கூம் பாக்குச் சிட்டு

#### நீலகிரிப் பாக்குச் சிட்டு (Dicacum concolor).

தோற்றத்திலும், உருவிலும் டிக்கம் பாக்குச் சிட்டினை ஒத்தது. இதன் அலகு அதைப்போல இளஞ் சிவப்பாக இராமல் கறுப்பாக இருக்கும். மார்பு இளம் சாம்பலுக்குப் பதிலாக இள மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். கேரளம், தமிழ்நாடு, கர்நாடகம் ஆகிய மாநிலங்களைச் சார்ந்த மலைகளில் வறண்ட காடுகளையும், காப்பி, தேயிலைத் தோட்டங்களையும் சார்ந்து திரியும். இதன் பழக்க வழக்கங்கள் டிக்கம் பாக்குச்சிட்டின் பழக்க வழக்கங்களை ஒத்தன.

க. ரத்னம்

#### பாக்கைட்

இது அலுமினியத்தின் தாதுவாகும். நீர்ம அலுமினிய ஆக்சைடும், அலுமினஸ் இலேட்டரைட்டும் மிகுந்துள்ள வானிலைப் பொருளாகிய பாறைக்குப் பாக்கைட் (bauxite) என்று பெயர். 1821ஆம் ஆண்டு பி. பெர்த்தியர், தென் கிழக்குப் பிரான்சில் லெஸ் பாக்ஸ் என்னுமிடத்தில் சிவப்பு நிறமான நெகிழ் தன்மையற்ற கனிமண் போன்ற பொருளுக்குப் பியாக்சைட் எனப் பெயரிட்டார். அவரே பின்னர் பாக்கைட் என்று திருத்திப் பெயரிட்டார். இது கனிமப் பிரிவைச் சேராத கலவையாகும்.

பல நிறங்களிலும், நுண்ணிழைகளிலும், கட்டமைப்பிலும் பாக்கைட் காணப்படுகிறது. இதன் நிறம் இரும்பு ஆக்சைடின் விகிதத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. இது வெண்மை நிறத்திலிருந்து கரும் சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறம் வரை காணப்படுகிறது. பொதுவாகப் பாக்கைட், பிசோலைட் வகைப் பாறையைப் போன்று நுண் இழைமையைக் கொண்டும், நுண் துகள்களாகவும், அடர்ந்தும், புழு வடிவிலும் காணப் படுகிறது. நிலத்திற்கடியிலுள்ள பாக்கைட்டைக் கண்டுபிடிப்பது அரிது. இது வேதியியல், எக்ஸ் கதிர், வேறுபட்ட வெப்பம் முதலிய பகுப்பாய்வுகளாலும், நுண்கல்லாய்வாலும் (petro graphic analysis) கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. எடுத்துச் செல்லக் கூடிய வேறுபட்ட வெப்பம், பகுப்பாய்வு, அமைப்பு, வேதி முறை போன்றவை பொதுவாக ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றன.

வணிகப் பாக்கைட். இப்படிவு மிகுதியாகக் கிப்சைட்  $[Al(OH)_3]_5$ , பொகிமைட்  $(Al(OH))$  அல்லது இரண்டும் கலந்த கலவைகளைக் கொண்டுள்ளது. கனிமண் கனிமங்களும், இரும்பு ஆக்சைடும் முதன்மை மாசுப் பொருள்களாகும். இந்தியா மற்றும் ஹவாய் தீவுகளில் உள்ள பசால்ட் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பாக்கைட்டில் டைட்டானியா மிகுந்துள்ளது.

கனிமண் பாக்கைட்டை அலகினால் நுண்துகள் கனிமண் கனிமங்கள் நீங்குகின்றன.

1927 ஆம் ஆண்டு சி.எஸ். ஃபாகஸ் என்பார் முதன்மையான இரு வகைப் பாக்கைட் படிவுகளைத் தெளிவுறுத்தினார். அவை லேட்டரைட் வகை, டெராரோசா வகை என்பன. அனைத்துப் படிவுகளும் இவ்வகையில் வைக்கப் படுவதில்லை. ஆனால் படிகப் பாறைகளுக்கருகில் காணப்படும் பாக்கைட் முதல் வகை என்றும், சுண்ணப் பாறை அல்லது டோலமைட் படிவுகளின் மேல் காணப்படும் பாக்கைட் டெர்ரா ரோசா இரண்டாம் வகை என்றும் கூறப்படும்.

படிகப் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பாக்கைட், கிப்சைட் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வகை, அர்கான்சாஸ், சூரினாம், பிரிட்டிஷ், கயானா, பிரேசில், மேற்கு ஆஃப்ரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா போன்ற இடங்களில் காணப்படுகிறது. டெர்ரா ரோசா பாக்கைட் பொதுவாகக் குறிப்பிட்டளவு பொகிஃமைட்டைக் (Beehmite) கொண்டுள்ளது. இவ்வகை, பிரான்ஸ், இத்தாலி, யூகோசலோவாகியா, கிரீஸ், ஹங்கேரி, ஜமைக்கா, ஹெய்தி (Haiti) போன்ற இடங்களில் காணப்படுகிறது.

உற்பத்தி. பாக்கைட்டின் உலக உற்பத்தி படிப்படியாக

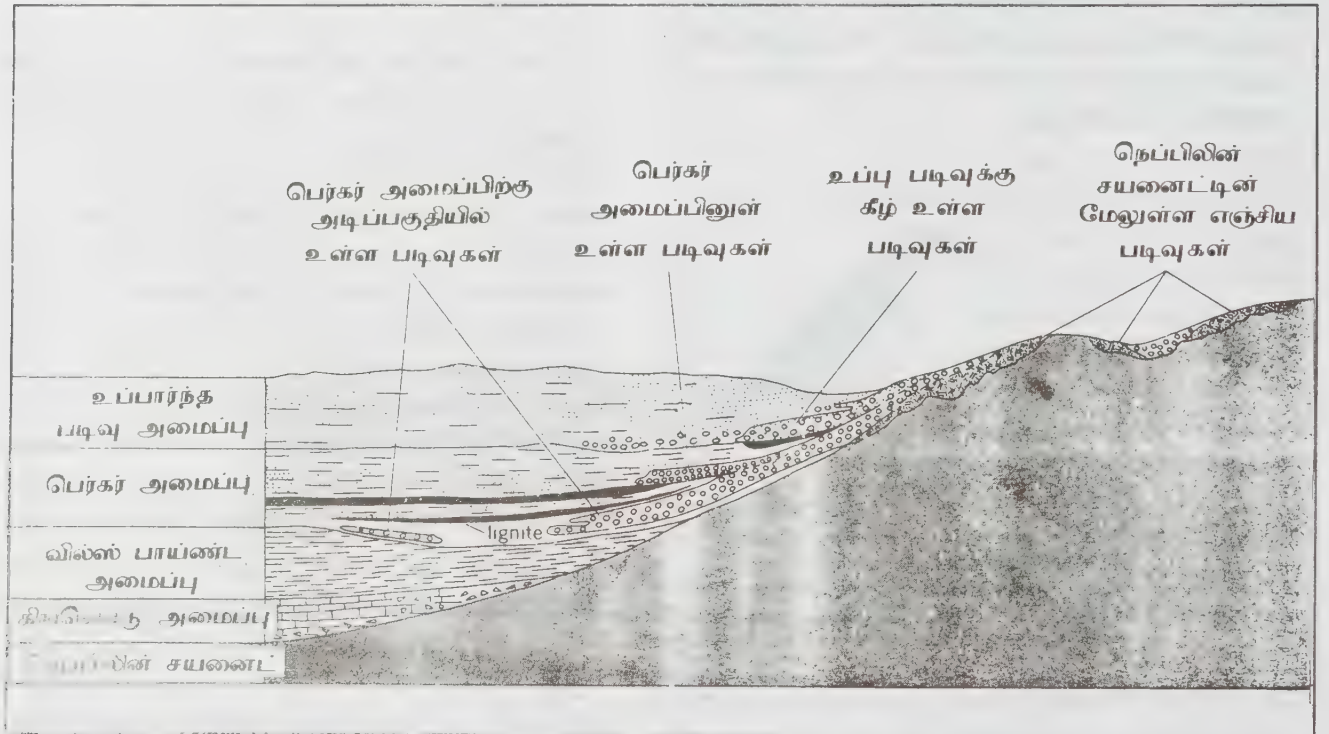
உயர்ந்துள்ளது. அன்றாட வீட்டுப் பயன்களுக்கு மொத்த உற்பத்தியில் நான்கில் ஒரு பங்களவு பாக்கைட் பயன்படுகிறது. இது ஜமைக்கா மற்றும் சூரினாமிற்கு மிகுதியாக ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. இரும்பு கலந்த பாக்கைட் ஓரிகான், ஹவாய் தீவுகளிலிருந்து பெருவாரியாக எடுக்கப்படுகிறது.

இரா. சரசவாணி

## பாக்டீரிய எதிர்க் காரணிகள்

நுண்ணுயிரியான பாக்டீரியா விரைவில் பெருக்கம் அடையும் இயல்புடையது. இதன் எளிய பகுப்பு முறையால், குறைந்த நேரத்தில் நிறைந்த எண்ணிக்கையில் பல்கிப் பெருகிறது. இதன் பகுப்பையும் வளர்ச்சியையும் தடுக்கும் பொருள்கள் பாக்டீரிய எதிர்க்காரணிகள் (antibacterial agents) எனப்படும்.

வளிமக் காரணி. இது பெரிய அளவிலான பொருள்களில் பாக்டீரியா வளர்வதைத் தடுக்கிறது. வீடு, மருத்துவ விடுதி அறை, படுக்கை, மருத்துவக்கருவி, வைரஸ் தடுப்பு மருந்து போன்றவற்றில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு எத்திலீன் ஆக்சைடு பரவலாகப் பயன்படுகிறது.



பாக்கைட்டு படிவின் முதன்மை அமைப்புகள்



இதன் கொதிநிலை  $10.8^{\circ}\text{C}$ . இது கார்பன் டைஆக்சைடு அல்லது ஃபுளோரின் கலந்த ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் கலந்தால் வெடிப்பதில்லை. எனவே இவற்றுடன் சேர்ந்து இவ்வளிமம் கிடைக்கிறது. சிறப்பு நுண்ணுயிரி நீக்க அறைகள் இதற்காகப் பயன்படுகின்றன. நச்சுத்தன்மை கொண்டதால் இது, திடீர் மாற்றம் விளைவிக்க வல்லது. இவ்வளிமம் வளர் ஊடகத்தின் ஊட்ட மதிப்பைக் குறைப்பதில்லை. காற்றோட்டமான இடத்தில் இதைப் பயன்படுத்தினால் பெரும் பயன் கிடைக்கிறது. எத்திலீன் ஆக்சைடைவிட  $4000$  மடங்கும் மெத்தில் புரோமைடைவிட  $50,000$  மடங்கும் பயனுடையது. பீட்டா புரோபியோ லாக்டோன் ( $\beta$ -propiolactone) என்பதன் கொதிநிலை  $155^{\circ}\text{C}$ . கூடுதலான ஈரப்பதத்தில் இது பயன் தருகிறது.  $10^{\circ}\text{C}$  குறைவான வெப்பநிலையிலும் செயல்திறன் உடையதாக இருக்கிறது. மக்களுக்கு இது தீமை விளைவிக்கிறது.

எளிதில் ஆவியாகும் காப்பான். இது ஊட்டக் கரைசல்களில் நுண்ணுயிரி வளர்வதைத் தடுக்கிறது. உடல்நீர் மாதிரிகளில் உள்ள வைட்டமின் ஆய்விற்கு இது பயன்படுகிறது. வளர் ஊடகத்தில் உள்ள காப்பானை (preservatives) நீராவி நுண்ணுயிரி நீக்க முறையில் நீக்கிவிடலாம். குளோரோ பென்சீன், 1, 2 டைகுளோரோ எத்தேன், 1-குளோரோ பியூட்டேன் ஆகிய வேதிப்பொருள்களை 1:3:1 என்னும் விகிதத்தில் கலந்து பயன்படுத்தினால் பெரும்பயன் கிடைக்கிறது.

சாயக்காரணி. பைரோனின், அக்ரிடின், டிரைஃபினைல் மெத்தேன், ரோசனிலின் போன்ற சாயக்காரணிகள் பாக்க்டீரிய வளர்ச்சியைத் தடுத்து, அவற்றை அழிக்க உதவுகின்றன. இவை பாக்க்டீரியாவால் ஏற்படும் தோல் நோய்களைப் போக்க உதவுகின்றன. இவற்றின் கண்டுபிடிப்பு வேதி நோய் நீக்க முறை (chemotherapy) என்னும் புதிய மருத்துவ முறைக்கு வழிவகுத்தது. இயற்கை மூலங்களிலிருந்து பாக்க்டீரியாவைத் தனியே பிரித்து எடுப்பதற்கும், ஒவ்வொரு பாக்க்டீரிய இனத்திற்கும் தூய வளர்ப்பு முறையை அறிவதற்கும் இத்தகைய சாயக் காரணிகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இச்சாயங்கள் பாக்க்டீரியச் செல் உட்பொருள்களுடன் கலந்து, பாக்க்டீரிய எதிர்க் காரணிகளாகச் செயல்படுகின்றன. டிரைஃபினைல் மெத்தேன் என்னும் சாயக்காரணி கிராம் சாயம் ஏற்கும் பாக்க்டீரியாவின் செல் பரப்பில் கலந்து, அதன் வளர்ச்சியைத் தடுக்கிறது; ஆனால் இச்சாயக்காரணி கிராம் சாயம் எதிர்ப்பாக்க்டீரியாக்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கப் பயன்படுவதில்லை. இத்தகைய சாயக் காரணிகளின் செயல்படுத்திற் அவற்றின் அமிலம் அல்லது காரத்தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. காரத் தன்மை

உடைய சாயங்கள் காரக்கரைசலில் பெரும்பயன் தருகின்றன. அமிலத்தன்மை பெற்ற சாயங்கள் அமிலம் கலந்த கரைசலில் சிறந்த பயன் நல்குகின்றன. பாக்க்டீரிய வளர்ச்சிக்கும் உயிர் வாழ்தலுக்கும் தேவையான ஆக்சிஜனேற்ற இறக்கச் சூழலைக் கூடுதலாக்கி, அவ்வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றன. சாயக் காரணிகளின் தீமையான விளைவைத் தடுக்கப் பாக்க்டீரியா குறைக்கும் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கிறது. எனவே காற்றிலிச் சுவாசப் பாக்க்டீரியாக்கள் கூடுதல் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றுள்ளன. சாயத்தில் உள்ள சாயப்பொருளுக்கு அடிப்படையாக உள்ள பொருளின் மூலக்கூறு அமைப்பின் விளைவாகப் பாக்க்டீரிய எதிர்ப்புச் செயல் ஏற்படுவதில்லை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சல்ஃபானிலமைடு, புரோன்டோசில் போன்ற சாயங்களைக் கூறலாம். இச்சாயங்களில் சாய நிறத்திற்குக் காரணமான மூலக்கூற்றுப் பொருள்களை நீக்கிய பிறகும் அவை பாக்க்டீரிய எதிர்க்காரணிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

கே. ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்

## பாக்க்டீரிய ஒளிர்வு

படிமலர்ச்சிச் சூழ்நிலையில் உள்ள சில தாவரச் செல்களில் ஒளிவிடும் தன்மையைக் காணலாம். இத்தகைய பண்பைச் சில பாக்க்டீரியச் செல்கள் கொண்டுள்ளன. இதற்குப் பாக்க்டீரியா ஒளிர்வு (bacterial luminescence) என்று பெயர். பொதுவாகப் பாக்க்டீரியாவில் பசும் நீல ஒளி காணப்படுகிறது. இத்தகைய ஒளிவிடும் தன்மையை விபீரியோ ஃபோட்டோ பாக்க்டீரியம் (photobacterium), அல்டெரோமோனஸ் (alteromonas), செனார் ஹேப்டஸ் (xenor habdus) போன்ற பாக்க்டீரியாக்களில் காணலாம். பொதுவாகக் கடலில் வாழும் பாக்க்டீரியாக்களில் இத்தகைய ஒளிர்வு தோன்றும்.

கடல்வாழ் ஒளிர் தன்மைப் பாக்க்டீரியாக்களுள் சில மிதப்பவையாகவும், சில சாறுண்ணிகளாகவும், சில ஒட்டுண்ணிகளாகவும், சில கூட்டுயிரிகளாகவும் உள்ளன. கடல் வாழ் சிப்பி நண்டின் மீனைச் (shell fish) சில மணிநேரம் அறைவெப்ப நிலையில் வைத்தால் அதில் சாறுண்ணி ஒளிர் பாக்க்டீரியாக்கள் வளர்ந்து ஒளிவிடத் தொடங்குகின்றன.

கூட்டுயிரி ஒளிர் பாக்க்டீரியாக்கள் கடல்வாழ் விலங்குகளின் அன்னக்குழல் பகுதியில் ஆங்காங்கே ஒளிர் உறுப்புகள் கொண்டு அமைந்திருக்கும்; சில ஒளிர் பாக்க்டீரியாக்கள் கடல் வாழ் விலங்குகளின் செல்களில் உள்ள



ஒளிர் உறுப்புகளில் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. இத்தகைய கூட்டுயிரி ஒளிர் பாக்டீரியாக்களைக் கொண்டுள்ள மீன்கள் அத்தகைய பாக்டீரியாக்களை ஒளி தரும் கருவியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. எனவே மேற்கூறிய மீன்கள் ஒளிர் பாக்டீரியாக்களுக்குச் சிறந்த ஊட்டம் அளித்து வேறுவகையான உயிரினங்களின் தீமையின்றிப் பாதுகாத்துத் தக்க வைத்துக் கொள்கின்றன. ஒளிர் பாக்டீரியாக்களை ஒளிவிடும் கருவியாகப் பயன்படுத்தும் விலங்குகள் ஒளிவிடும் தன்மையை நிறமி, சில செயல் முறை போன்றவற்றின் மூலம் கட்டுப்படுத்தும். கடல் வாழ் விலங்குகளில் உள்ள ஒளிவிடும் தன்மைக்குக் கூட்டுயிரி ஒளிர் பாக்டீரியாக்களே சிறப்பாகத் துணை நிற்கின்றன.

உயிரி வேதியியலும் செயலியலும். ஒளிர்வு உயிரினங்களுள், பாக்டீரிய ஒளிர்வின் வேதிச் செயல் சிறப்பானதெனக் கருதப்படுகிறது. இந்த ஒளிரும் பண்பிற்குச் செயல் ஊக்கியாக விளங்குவது லூஸிஃபெரேஸ் என்னும் நொதி ஆகும். இந்நொதி ஃபிளேவின் மானோ நியூக்ளி யோடைடு என்னும் பொருளுடனும், பிறகு நீள மூலக்கூற்றுச் சங்கிலியால் ஆகிய ஆல்டிகைஉறடு, ஆக்சிஜனுடனும் சேர்ந்து உண்டாகும் வேதிச் சேர்க்கையின் மூலம் ஒளியை வெளிப்படுத்துகிறது. ஒளி வெளியாவதற்கு, மாறி அமைந்த ஃபிளேவின் மூலக்கூறே முதல் காரணியாக உள்ளது. இத்தகைய தன்மை கூட்டுயிரிப் பாக்டீரியாக்களில் மட்டுமே சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது. ஒளிவிடு தன்மை தனியாக வாழும் பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்களில் காணப் படுவதில்லை. மேலும் இதே பாக்டீரியாக்களை ஆய்வுக் கூடங்களில் வளர்த்தபோது ஒளிரும் தன்மை உண்டாக வில்லை. ஒளிரும் பாக்டீரியாக்களின் ஒளிவிடும் தன்மைக்கு உரிய செயலியல் காரணங்களை ஆராயும்போது, அது பல காரணிகளினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்று அறியப்பட்டது. பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சி, கார்பன், ஆற்றல் மூலங்கள், ஆக்சிஜன், சவ்வுடு பரவலால் ஏற்படும் உப்புச்செறிவு, இரும்புச்சத்து முதலியன ஒளிரும் பண்பைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாக உள்ளன. பாக்டீரியச் செல்களில் பெருமளவிலான செல் உட்பொருள்கள் இருந்தால் ஒளிர்வு கூடுதலாகவும் அவை குறைந்தால் செல் ஒளிர்வு குறைவாகவும் காணப்படும். இச்செயல்முறை ஒளிரும் பாக்டீரியாக்கள் அனைத்துக்கும் பொருந்தும்.

ஒளிரும் தன்மைக்குக் காரணமான லூஸிஃபெரேஸ் என்னும் நொதியை உடைய பாக்டீரியாவில் உள்ள மரபை ஒளியற்ற பாக்டீரியாக்களில் புகுத்திக் கூடுதல் ஒளிர்

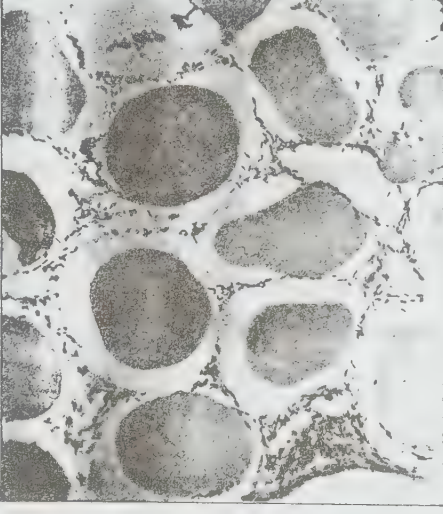
தன்மையை உண்டாக்குவதில் வெற்றி கண்டுள்ளனர். ஜீன்களைக் கொண்டுள்ள எஸ்செரிச்சியாகோலை என்னும் பாக்டீரியாவில் இத்தகைய ஒளிர்வு ஜீன்களை உட்செலுத்திப் புதிய ஒளிர்வு திடர் மாற்றம் பெற்ற பாக்டீரியாக்களைச் செயற்கை முறையில் உண்டாக்கி உள்ளனர். எஸ்செரிச்சியா கோலை மனித உடம்பில் காணப்படும். பாக்டீரியாக்களின் உடலினுள் ஏறக்குறைய ஏழு ஜீன்களைப் புகுத்தி, அதனால் கடலில் வாழும் ஒளிர் பாக்டீரியாக்களில் காணப்படும் ஒளிர்வால் அவற்றிற்கு உண்டாகும் நன்மை இன்னும் அறியாத புதிராக உள்ளது. சில மீன்கள் இரைதேட ஒளிர் பாக்டீரியாக்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

கே.ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்

## பாக்டீரியத் தொற்று நோய்கள்

பாதிக்கும் நுண்ணுயிரிகளைப் பொறுத்தும், தொற்று உண்டாக்கவும், குணமாகவும் எடுத்துக் கொள்ளும் கால அளவைப் பொறுத்தும் திடீரெனத் தோன்றும் தொற்று, நாட்பட்ட தொற்று எனப் பாக்டீரியாத் தொற்று இரு வகைப்படும். சீழ் உண்டாக்கும் பாக்டீரியா, வெளிக்காயம், குருதி, நிணநீர் வழியே பரவிச் சீழ்க்கட்டிகளை உண்டாக்கும். குருதியிலுள்ள தொற்று அல்லது பாக்டீரியாவை ஆய்வுக்கூடத்தில் தகுந்த சூழ்நிலையில் வைத்து எவ்வகைப் பாக்டீரியா பாதித்துள்ளது என்பதையும், பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சியையும், எந்த மருந்தினால் அதை அழிக்கலாம் என்பதையும் கண்டுபிடிக்கலாம். குருதியின் சீழ்க்கலப்பு (pyaemia) பாக்டீரியாக்குழு, தொற்றுள்ள தக்கையரு, தொற்றுள்ள குருதிக்கட்டி இவற்றால் ஏற்படுகிறது. உடனடியாக நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து அளிக்காவிடில் இறக்க நேரிடும். நிணநீர் நாளங்களின் பாதிப்பால் நாள அழற்சி உண்டாகும். பாதிக்கப்பட்ட நிணநீர் நாளக் கணுக்களில் சீழ்க்கட்டியும் தோன்றலாம்.

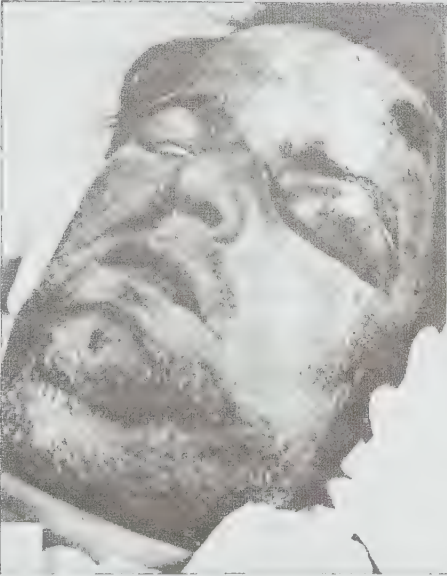
ஜுன்னி (Tetanus). கிளாஸ்டிரிடியம் டெட்டனி (Clostridium tetani) என்னும் கிராம் நேர் ஊதா நிறமுடைய தீக்குச்சி வடிவ நுண்ணுயிரிகளால் உண்டாக்கப்படும் இந்நோய் காயம், சாணம், புழுதி முதலியவற்றால் உடலினுள் நுழைந்து நரம்பும் தசையும் இணையுமிடத்தில் வேதி மாற்றம் ஏற்படுத்தித் தொடர் வலிப்பை உருவாக்கும். தொடக்கத்தில் மருத்துவமளிக்காவிடில் மரணம், தசைச் சுருக்கம் ஆகியவை உண்டாகும். பாக்சாப்டு மூலம் தடுப்பாற்றலைக் கூட்டலாம். பென்சிலின், டையசிபாம், க்ளாட்டிசோன், புரோமசீன் முதலியவையும் பயனாகும்.



**வளிம அழுகல் நுண்ணுயிரிகள்**  
(gas gangrene bacteria)

தொற்றுகளினால் வரும் அழுகல் நோய். வளிம அழுகல் (gas gangrene) என்பது விபத்துக் காயங்களில் மரணம் மற்றும் கை, கால் இழப்புப் போன்ற நிலைகளை உண்டாக்கும் ஒரு கொடிய நோயாகும். இது புழுதி, மண், துருப்பிடித்த கம்பி, குச்சிகளில் காணப்படும் கிளாஸ்டீரியம் வெல்ச்சி (*Clostridium welchii*), கி.செப்டிக்கம் போன்ற நுண்ணுயிரிகளால் உருவாக்கப்படுகிறது. மலம், தொற்றுள்ள கட்டுத்துணி முதலியவற்றின் மூலம் புறப்புண் வழியே உடலினுள் நுழைந்து தசைகளில் வளர்ந்து வளிமத்தை உண்டாக்கும்.

நோய் வருமுன்னும், வந்தபின்னும் பெனிசிலின் கொடுக்க வேண்டும். வளிம அழுகல் எதிர்ச்சீரம் மருந்தை உடனடியாகவும், பின் 6 மணிக்கு ஒருமுறையும் நாளம் வழியே பாதிப்பு ஏற்பட்டால் கொடுக்க வேண்டும். பாதிப்பை உணர்ந்தவுடன், அறுவை மருத்துவமாகத் தசைகள் தெரியத் தோலைப் பல்வேறு இடங்களில் கீறிவிடவேண்டும். குருதி ஓட்டத்திற்கு தடையுண்டாகி அழுகத் தொடங்கினால் உறுப்பையே வெட்டிக் களைய வேண்டும். இந்நோய்க் குறிகளைப் பெற்றிருக்கும் ஏனைய நோய்களாகிய ஒருதசைப் பாதிப்பு, வளிமச் சீழ்க்கட்டி, தோலடியில் கலன் தொற்றால் வளிமம் உண்டாதல் பற்றியும் நன்கறிந்திருக்க வேண்டும்.



**ஆந்திராக்ஸ் நோய் நிலை**



**நோய் குணமடைந்த நிலை**



எரிசிபிலஸ் என்னும் நோய், முகத்தில் ஸ்டெரப் டோகாக்கை பையோஜீனினால் உண்டாக்கப்படும் தோலடிக்கலன் அழற்சியாகும். பெனிசிலினால் குணமாகும் இவ்வரிய நோய் நலிவுற்ற நோயாளிகளில் காணப்படுவதுடன் தோல் மற்றும் தோலடித் திசு அழுகல், நிணநீர் நாளத் தடை ஆகியவற்றையும் தோற்றுவிக்கும்.

பி. ஆந்திராக்ஸ் என்பது ஆந்திராசிஸ் என்னும் நுண்ணுயிரால் உண்டாக்கப்படும் நோயாகும். இது விலங்குத் தோல், முடி, கம்பளம், எலும்பு உணவு முதலியவற்றைக் கையாள்பவரின் தோலில் கொப்புளங்களை உண்டாக்குகிறது. கம்பளப் பிரிப்போர் நோயில் (Woolsorter's disease) நிமோனியாவையும் உணவுக்குழல் (alimentary type) வகையில் குடல் நோயையும் உண்டாக்கும் இதற்குப் பென்சிலின் தகுந்த மருந்தாகும்.

அக்காலத்தில் மொனலியா எனப்பட்ட ஈஸ்ட் காளான் தற்போது கண்டிடா ஆல்பிகான்ஸ் என வழங்கப்படுகிறது. இது நாக்கிலும் அண்ணத்திலும் வெண்படையையும் (thrush) பிறப்புறுப்பு அழற்சியையும் (vaginitis balanitis) உண்டாக்கு கிறது. இந்நோய் மாற நைஸ்டாடின் மற்றும் ஜென்சியன் வயிலட் மருந்துகளைத் தடவலாம்.

காசநோய், தொழுநோய், காளானால் உண்டாகும் ஆக்ஷனோமைக்கோசிஸ் போன்றவை மெதுவாக உடலினுள் சென்று பரவி நாள்பட்ட நோய்க்குறிகளைத் தோற்றுவிக்கும். உடலின் பல்வேறு பகுதிகளை இது ஒரே சமயத்தில் பாதிப்பதுடன் இதற்கு நீண்ட காலம் மருத்துவமும் செய்ய வேண்டும். வெட்டை, லிம்போகிரானுலோமோ, இங்கு யினைல் போன்ற பால்வினை நோய்களும் நாட்பட்ட தொற்று நோய்களாகும்.

மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

பல நன்மைகள் உள்ளன. பாக்டீரியச் செல்கள் உயர் தாவரச் செல்களைப் போல் சிக்கல் இல்லாதவை; மேலும் அவை மிகக் குறைந்த நேரத்தில் இயற்கையிலும், செயற்கை ஊடகங்களிலும் பல செல்களாகப் பகுப்படையும் ஆற்றல் பெற்றவை. சான்றாகச் 'எஸ்செரிச்சியா கோலை' என்னும் பாக்டீரியாச்செல்லின் குரோமோசோம் தொகுதியினுள் ஒரே ஓர் இரட்டைச் சுருள் உள்ள டி. ஆக்சிரிபோநியூக்ளியிக் அமிலம் உருண்டையான மூலக்கூறாக அமைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு பாக்டீரியச் செல்லிலும் ஒரே ஒரு குரோமோசோம் மட்டும் உள்ளமையால் இது ஒரு மயமானது (haploid).

பாக்டீரியச் செல்களின் திடீர் மாற்ற வீதம் (mutation rate) மிகவும் கூடுதலாக உள்ளது. இதனால் பாக்டீரியக் கட்டமைப்புகளில் (colonies) திடீர் மாற்றம் பெற்றவை எவை என்றும், அடங்குதன்மை பெற்றுத் திடீர் மாற்றம் வெளிப் பார்வைக்குத் தோன்றாவண்ணம் விளங்கும் பாக்டீரியாக்கள் எவை என்பதையும் எளிதில் கண்டுணரலாம். தவிர, பல பாக்டீரியச் செல்கள் தங்களுக்குள் அமைந்த DNA மூலக்கூற்றை, இரட்டிப்பு அடையச் செய்யும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய DNA மூலக்கூறுகளின் மூலக்கூற்று எடை  $10^4 - 10^5$  டால்டன் இருக்கும். பிளாஸ்மிடுகள் (plasmids) எனப்படும் இவை பாக்டீரியச் செல் பணி களுக்குரிய குறியீடுகளைத் தருவதில்லை. இவை அயல் பாக்டீரியச் செல்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட DNA மூலக் கூறுகளுடன் எளிதில் சேர்ந்து கொள்கின்றன. இப்பண்பினால் பாக்டீரியச் செல்கள் உயர் தாவர ஜீன் பொருள்களைச் செயற்கையாகத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய செயற்கை முறைகளால் குறிப்பிட்ட பல புதிய ஜீன் வகைகள் உண்டாகின்றன. இவை வேதி அமைப்புப் பகுப்பாய்வுக்குப் பயன்படும் விதத்தில் அமைந்துள்ளன.

திடீர் மாற்ற வகை. எஸ்செரிச்சியா கோலை, சால்மோனெல்லா டைஃபிரெரியம் போன்ற பாக்டீரியச் செல்களுக்குத் தகுந்த கார்பன், ஆற்றல் மூலம் ஆகியவை அளித்தால் செல் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அனைத்துக் கரிமச் சேர்க்கைகளையும் (organic compounds) உண்டாக்க இயலும். அடங்கு திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்டீரியச் செல்கள் குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் வளர்வதில்லை. குறிப்பிட்ட சர்க்கரையைக் காடியாக்க (fermentation) இயலாத பாக்டீரியாக்களைக் குறிப்பிட்ட குறியீட்டு ஊடகத்தில் வளரவைக்கும்போது அவற்றை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். அதிகரிக்கப்பட்ட ஊடகத்தில் வளர்ந்த பல பாக்டீரியாக்களை உயிரி எதிர்ப் பொருளைக் கொண்ட கண்ணாடித் தட்டில் தடவி வைக்கும்போது, உயிரி எதிர்ப்பொருளில் மடியாத, திடீர்

## பாக்டீரிய மரபியல்

பாக்டீரியாவில் காணப்படும் நியூக்ளியஸ் உயர் தாவரங்களில் உள்ள நியூக்ளியசைவிடப் படிமலர்ச்சிக் கீழ் நிலையானது. எனவே இது புரோகேரியோட்டா (prokaryota) என்னும் தொகுதியினுள் வைத்து எண்ணப்படும். பாக்டீரியாவில் உள்ள நியூக்ளியஸ் மரபிகளின் பணி பற்றிய உண்மைகள் பாக்டீரிய மரபியல் (bacterial genetics) என்னும் பகுதியில் ஆய்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும். மரபியல் ஆய்வுகளுக்குப் பாக்டீரியாக்களை ஆய்வுப் பொருள்களாக மேற்கொள்வதில்



மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியச் செல்களை இனம் கண்டு கொள்ளலாம். இதே விதமாகப் பாக்க்டீரியக் கொல்லிகள், கனமான உலோகங்கள் ஆகியவற்றிற்கு எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற திடீர் மாற்ற பாக்க்டீரியாக்களையும் கண்டு கொள்ளலாம்.

திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியாக்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்போது பாக்க்டீரியச் செல்களின் பணி, அவற்றின் சிதைவு (degradation) உயிரிச் சேர்க்கைப் பாதை (biosynthetic pathway) முதலியவற்றை அறிந்து கொள்ளலாம். பாக்க்டீரியச் செல்களின் இயல்பான பணிகளை அறிந்து கொள்ளும் பொருட்டு மரபியல் குறைகளைப் (genetic defects) பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வகைக் குறை திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியாக்கள் பயன்படாத பணிகளிலே காணப்படுகின்றன. இவற்றைச் சீர் செய்யப் பாக்க்டீரியாக்களைப் புதிய ஊடகத்தில் அவற்றிற்குத் தேவையான ஊட்டப்பொருள் அல்லது மாற்றி அமைத்த கார்பன் மூலத்தில் வளர்க்க வேண்டும். சிறப்பான பணிகளில் குறைபாடான திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியாக்களைத் தனித்துப் பிரித்து எடுப்பது கடினமே; ஏனெனில் பெரும்பாலான ஒருமயப் பாக்க்டீரியாக்கள் இத்தகைய செயலின்போது இறந்துவிடுகின்றன. குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு உள்ள கொல்லித் திடீர் மாற்றப் பாக்க்டீரியாக்களை வெப்பநிலை உணர்திறன் பெற்ற திடீர் மாற்றிகள் (nonsense mutants) என்றும் வகைப்பாடு செய்யலாம். திடீர்மாற்றம் பெற்ற புரதம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை இராதபோது வேறு வெப்பநிலையில் செயல்படாத வகையில் அமினோ அமில மாற்ற ஏற்பாடும், வெப்ப நிலை உணர்திறனும் பாக்க்டீரியச் செல்களில் உள்ளன. இவ்வாறாக இறக்கும் தன்மை உள்ள திடீர் மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியாக்கள் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலை இடைவெளியின்போது வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனைய வெப்ப நிலைகளில் இவை பெருக்கம் அடைகின்றன. பொருளற்ற திடீர் மாற்றிகளில் ஒரு கார இரட்டை உடைய (base pair) பாக்க்டீரியாக்கள் நுழைந்து பொருள் குறியீட்டை (sense codon) மாற்றி, அது 20 அமினோ அமிலங்களில் ஓர் அமினோ அமிலத்தை உண்டாக்கும். இவ்வாறு பொருளற்ற குறியீட்டை உடைய ஜீன்கள் இயல்பான புரதத் துகள்களையே உண்டாக்க வல்லன. பெரும்பாலும் இப்பொருள்கள் செயல் அற்றவையாகின்றன.

பொருள் அற்ற திடீர் மாற்றப் பாக்க்டீரியாக்கள் அடக்கு மரபியல் கூறுகளில் (suppressor strains) பொருள் உடைய பாக்க்டீரியாக்களாகச் செயல்படுவதைக் காணலாம். இவ்வகைப் பாக்க்டீரியாக்களில் குறை நிரப்பும் (compensating) அல்லது அடக்கித் (suppressor) திடீர் மாற்றிகள் மாற்றி ரிபோநியூக்ளிய அமில (t RNA) மரபியல் எதிர்க் குறியீட்டு (anticodon)

வளையத்தில் அமைந்திருக்கும். இந்தத் திடீர் மாற்ற tRNAக்களைப் பொருளற்ற திடீர்மாற்றிகளின் முடிவுக் குறியீட்டினால் (termination codon) செயலுறச் செய்து, அதன் விளைவாகப் பாலிபெப்டைடு கோவை (polypeptide chain) முற்றுப் பெற்று, செயல்திறனுடைய ஜீன் பொருள் உண்டாக வழி பிறக்கும். பாக்க்டீரியச் செல்லின் குரோமோசோம் தொகுதியில் அடக்கித் RNA திடீர் மாற்றி அமைந்திருப்பதைப் பொறுத்து, பொருளற்ற திடீர் மாற்றிகள் குறை உடைய அல்லது குறை அற்ற புறவெளித் தோற்றத்தைக் (phenotype) கொண்டுள்ளன.

திடீர் மாற்றத் தோற்றம். ஒரு தனிப் பாக்க்டீரியாவில் அல்லது ஒரு தனிப் பாக்க்டீரியச் சந்ததியில் ஏற்படும் தன்னிச்சையான திடீர் மாற்றம்  $10^{-8}$ - $10^{-4}$  எனக் காணப்படுகிறது. இந்தத் திடீர்மாற்றம் பெற்ற பாக்க்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கத் திடீர்மாற்றக் கெழு எண்ணை அதிகரிக்கலாம் அல்லது திடீர்மாற்றப் பாக்க்டீரியாக்களை ஊட்டச்சத்து மிகுந்த ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம் அல்லது இரு செயல்களையும் சேர்த்துச் செய்து திடீர் மாற்றிகளின் எண்ணிக்கையைக் கூடுதலாக்கலாம். சில திடீர்மாற்றப் பாக்க்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைந்த அளவு ஊட்டச்சத்துடைய பென்சிலினில் வளர்த்துப் பெருக்கலாம். தங்கள் செல்சுவர் சேர்க்கை தடைப்பட்டுப் போவதால், பென்சிலின் ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்ட திடீர்மாற்றம் பெறாத பாக்க்டீரியாக்கள் உயிரிழக்க நேரிடும். ஊட்டச் சத்துக்குறைவால் வளர இயலாத பாக்க்டீரியாக்களில் பென்சிலின் எந்தவிதமான விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. எனவே அவை திடீர் மாற்றம் பெறாத பாக்க்டீரியாக்களைவிடக் கூடுதல் சத்தைப் பெறுகின்றன.

திடீர் மாற்றப் பொருள்கள். பாக்க்டீரியச் செல்களில் திடீர்மாற்றக் கெழு எண்ணை அதிகரிக்கப் பலவிதமான இயற்பிய, வேதிக் காரணிகள் உள்ளன. அருகே உள்ள தையின் அமைந்த DNA பகுதியில் புற ஊதாக் கதிர்கள் திடீர் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவது எடுத்துக்காட்டாகும். இதனால் குறை ஏற்பட்ட DNA இரட்டிப்பு அடையும்போது இந்தக் குறையைக் கொண்ட புதிய DNAக்களை உண்டாக்க அவற்றை உள்ளடக்கிய புதிய பாக்க்டீரியச் செல்கள் திடீர் மாற்றம் பெற்றுவருகின்றன. பல வேதித் திடீர் மாற்றிகளும் (chemical mutagens) DNA மூலக்கூற்றில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தித் திடீர் மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. குறிப்பிட்ட சில காரங்கள் (alkalis) DNA மூலக்கூற்றில் தவறுகள் ஏற்படுத்தி, அதனால் திடீர் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. திடீர் மாற்றக் காரணிகளையும் அவை ஏற்படுத்தும் திடீர் மாற்றங்களையும்

ஆராயும்போது மரபியல் குறியீடு (genetic code) இருப்பது உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.

DNA மூலக்கூற்றின் ஒரு கார இரட்டைப் பொருள்களில் (base-pair) திடீர் மாற்றப் பொருள்கள் மாறுதல் ஏற்படுத்தி, அதனால் அமினோ அமிலச் சேர்க்கைகள் மாறி, அவை உண்டாக்கும் புரதமும் மாறுதல் அடைகிறது. திடீர் மாற்றப்பொருள்கள் DNA மூலக்கூற்றின் கார இரட்டைகளின் பகுதிகளைச் சேர்த்தோ, அவற்றை நீக்குவதன் மூலமோ, அமினோ அமில வரிசை திடீர் மாற்றப் பகுதியிலிருந்து மாறி, புரதங்களின் கார்பாக்கில் முனைக்கு மாற்றப்படுகின்றன. எத்தகைய புரதங்கள் எத்தகைய மூன்று அமினோ அமிலச் சேர்க்கையால் உண்டாக்கப்பட வேண்டும் என்னும் செய்தி தொடக்கத்திலேயே அந்த அமினோ அமிலங்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆம்ஸ் என்பார் குறிப்பிட்ட திடீர் மாற்ற வேதிப்பொருளின் தன்மையை அறிய ஓர் ஆய்வை மேற்கொண்டார். இந்த ஆய்வின் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருள் மக்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கும் பொருளா இல்லையா என்று கண்டுபிடிக்கலாம். பாக்டீரியக் குரோமோசோம் தொகுதியில் 700-1400 கார இரட்டைகள் அடங்கியுள்ளன. இவை நிலையாக ஓரிடத்தில் அமையாமல் அங்குமிங்கும் அலைந்து கொண்டிருக்கின்றன. புதிதாக நுழைக்கப்படும் DNA மூலக்கூற்றுப் பகுதியின் மரபியல், ஜீன் பொருளின் பணி அயல் DNA மூலக்கூற்றுப் பகுதியால் அழிக்கப்படும். இவ்விதமாகப் பாக்டீரியச் செல்லில் உண்டாகும் திடீர் மாற்றத்திற்கு அதன் செல்லினுள் உள்ள பொருள்களும், செல்லிற்கு வெளியே உள்ள பொருள்களும் காரணங்களாக அமையலாம்.

பாக்டீரியத் திடீர் மாற்றப் படம். பாக்டீரியக் குரோமோசோம் தொகுதியினுள் ஜீன்கள் எவ்வாறு அமைக்கப் பட்டுள்ளன எனக் காட்டுவது பாக்டீரியத் திடீர் மாற்றப் படம் எனப்படும். இத்தகைய படத்தை அறிய மூன்று வழிமுறைகள் உள்ளன. செயற்கை முறையில் மனிதனின் ஆய்வாலும், வைரசாலும், புதிய துகள்கள் பாக்டீரியச் செல்களில் புகுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய ஆய்வுகள் மூலம் பாக்டீரியக் குரோமோசோமில் ஜீன்களின் அமைவிடத்தையும், அவற்றின் அமைப்பு முறையையும் அறிந்து குரோமோசோம் படத்தை உருவாக்கலாம். பாக்டீரியக் குழல் இணைவு மூலம் (bacterial conjugation) ஈ.கோலை என்னும் பாக்டீரியாவில் திடீர் மாற்றம் பெற்ற ஜீன்கள் எவ்வாறு குரோமோசோமில் அமைக்கப் பட்டுள்ளன என்று அறியலாம். பாக்டீரியக் குழல் இணைவு நடைபெறும்போது ஆண் செல்லிலிருந்து பெண் செல்லிற்குக் குரோமோசோம் வரிசையாக மாற்றப்படுகிறது. Hfr என்னும்

ஆண் வகையில் F என்னும் பிளாஸ்மிட் பால் காரணி (plasmid sex factor) அடங்கியுள்ளது. இந்தப் பால் காரணிகளில் உள்ள மரபியல் செய்தியே ஆண் குரோமோசோம் பெண் குரோமோசோமிற்கு எந்த வரிசை முறைப்படி மாற்றப்பட வேண்டும் என்பதை வரையறுக்கிறது. பெண் வகை, பிளாஸ்மிட் F<sup>-</sup> எனப்படும். ஆண் வகையிலிருந்து Hfr என்னும் பிளாஸ்மிட், பெண் வகையில் F<sup>-</sup> என்னும் பிளாஸ்மிட்டுக்குச் சிறிய இணைவுக்குழல் மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. ஜீன் மாற்றம் நடைபெறுவதைக் குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் பாக்டீரியச் செல்களை வளர்ப்பதன் மூலம் கண்டறியலாம்.

ஆணின் Hfr வகையில் தேர்ந்தெடுக்கும் வகையிலான அடையாளங்களும், பெண் செல்லின் F<sup>-</sup> வகையில் ஊட்ட முறையிலான குறை ஜீன்களும் உள்ளன. அடையாளம் கண்டு கொள்ளப்பட்ட ஜீன்கள் பெண்ணின் ஏற்கும் செல்லில் மாற்றப்பட்ட கால அளவிற்கு ஏற்றவாறு குறிக்கப்பட்டுக் குரோமோசோம் படம் தயாரிக்கப்படும். எஸ்செரிச்சியா கோலை என்னும் பாக்டீரியச் செல்லின் மரபியல் அமைப்பில் எல்.டிரிப்டோஃபேன் (L. tryptophane) என்னும் அமினோ அமில உயிரிச் சேர்க்கையில் உள்ள அனைத்து நொதி களுக்குரிய ஜீன்களும், லாக்டோசைக் கார்பன், ஆற்றல் மூலமாகப் பயன்படுத்தும் நொதிகளுக்குரிய குறியீடு அடங்கிய ஜீன்களும் குரோமோசோம் படத்தின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் கொத்தாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மரபிக் கொத்துகள் வெளிப்படுத்தப்படுவது ஒரு பொதுவான ஒழுங்குமுறைக் குறியீட்டுச் செய்தியால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கட்டுப்பாட்டில் உள்ள மூலக்கூற்றுச் செயல்முறை ஏனைய உயிரிச் சேர்க்கை மற்றும் சர்க்கரையைப் பயன்படுத்தும் அமைப்புகளினின்றும் மாறுபட்டது.

பாக்டீரியச் செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் பிளாஸ்மிடுகள் என்னும் மூலக்கூற்றுத் துகள்கள் காணப் படுகின்றன. இத்தகைய பிளாஸ்மிடுகளில் உயிரி எதிர்ப்புத் திறன் உள்ள (antibiotic resistance) குறிகள் உள்ளன. இறந்த பாக்டீரியச் செல் குரோமோசோமில் உள்ள DNA இலிருந்து இத்தகைய DNAக்களை எளிதில் பிரித்துவிடலாம். இத்தகைய பிளாஸ்மிட் DNAக்களைத் தூய்மையாக்கி, வேறொரு பாக்டீரியச் செல்லிற்கு மாற்றி, அந்தப் புதிய செல்லில் பிளாஸ்மிட் DNA மூலக்கூறு இரட்டிப்பு அடையும்.

DNA நியூக்ளியேஸ்களான, வரையறுக்கப்பட்ட அக நியூக்ளியேஸ் என்னும் நொதி கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் பாக்டீரியப் பிளாஸ்மிட் DNA இல் எத்தகைய அயல் DNA உடைய பகுதிகளைச் சேர்க்கலாம் என்பதை அறிய முடியும்.



பலவிதமான பாக்க்டீரியச் செல்களிலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்ட இவ்வித நொதிகள் DNA மூலக்கூற்றின் பிளந்த பகுதியில் குறிப்பிட்ட டிஆக்சிநியூக்ளியோடைடு வரிசைகளை ஒழுங்குபடுத்தி அமைக்கின்றன. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட நொதியும் மாறுபாடான நியூக்ளியோடைடு வரிசையை அறிந்து கொள்வதால் DNA மூலக்கூற்றின் பல பகுதிகளை இதன் மூலம் பிளக்கச் செய்யலாம். பிளவுப் பகுதியில் பல வரையறைக்குட்பட்ட அக நியூக்ளியேஸ் நொதிகள் குட்டையான ஓரிழையால் அமைந்த வால்களை (tails) உண்டாக்குகின்றன. குறிப்பிட்ட அக நியூக்ளியேஸ் நொதிக்கு ஓரிழை உடைய வால்கள் குறை நிரப்பும் கார இரட்டிப்பிற்கு (complementary base pairing) வழி வகுக்கின்றன. இத்தகைய மறுவினையிலிருந்து பெறப் பட்டதைச் செயற்கை முறையில் பெறப்பட்ட DNA மூலக்கூற்று மீள்சேர்க்கை எனலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட வரையறைக்கு உட்பட்ட அக நியூக்ளியேஸ் நொதி உள்ள பிளாஸ்மீட் குரோமோசோம் தொகுதி அமைந்தால் அதிலிருந்து செயற்கை முறையில் பெறப்பட்ட மீள்சேர்க்கை DNA மூலக்கூற்றை மீண்டும் பாக்க்டீரியச் செல்லிற்கே மாற்றிவிடலாம். மீள்சேர்க்கை DNA பகுதிகள் உள்ள பொருள் எண்ணிக்கையிலான பாக்க்டீரியச் செல்களைத் தனியே பிரித்தெடுத்து, அவற்றுள் வரையறைக்கு உட்பட்ட அக நியூக்ளியேஸ் நொதிச் செரிமானம் பெறுவதால் பெரிய அளவில் பல சிறிய அயல் DNA துகள்களைத் தனித்துப் பிரித்து எடுக்க முடிகிறது. மேற்கூறிய செயல்முறை மூலக்கூற்று ஒட்டு (molecular cloning) எனப்படும் படிமலர்ச்சிக் சூழ்நிலை அல்லது மேல்நிலையான நியூக்ளியஸ்களிலும் இவ்வித முறையில் DNA துகள்களைப் பெறலாம்.

பிளாஸ்மீட் DNA புதிதாக உட்செலுத்தப்பட்ட அயல் DNA இன் இரட்டிப்பிற்குக் காரணமாக உள்ளமையால் இதை ஒட்டு மாற்றி (cloning vector) எனலாம். இத்தகைய அடிப்படைச் செயல்முறையினின்றும் பல மாறுபாடுகள் செய்ததன் மூலமாக ஜீன்களின் அமைப்புப் பற்றியும், செயல்முறைகளைப் பற்றியும் பல உண்மைகளை அறிய முடிகிறது. மக்களுள் உள்ள மரபியல் முறைகேடுகளுக்குரிய ஜீன்களை ஒட்டச் செய்து பிளாஸ்மீடுகளை உண்டாக்கலாம். இத்தகைய மீள்சேர்க்கை பிளாஸ்மீடுகளால் குறை ஜீன்களுடைய மக்களைப் பிரித்தெடுத்து, அவர்களின் குறைகளை இளம் வயதிலேயே கண்டறியலாம். இத்தகைய குறைகளுடைய மக்கள், திருமணத்திற்குப் பிறகு குறைகளுடைய சூழ்ந்தகையையே பெறுவர். திருமணத்திற்கு முன் அவர்களின் மரபியல் குறை அறியப்பட்டால், இத்தகைய இடர்ப்பாட்டினை நீக்க வாய்ப்புள்ளது. சர்க்கரை நோயுடைய மக்களின் கணையத்தில்

இன்சலின் வளர்வுக்கியைச் சுரக்கும் ஆற்றல் பெற்ற பாக்க்டீரியக் குரோமோசோம் பிளாஸ்மீடுகளை ஒட்டச் செய்வதன் மூலம், தகுந்த, வேண்டிய அளவு இன்சலின் கணையத்தில் சுரந்து, அத்தகைய மக்களின் சர்க்கரை நோயைக் குணப்படுத்துகிறது.

கே.ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்

## பாக்க்டீரிய வகைப்பாட்டியல்

பாக்க்டீரியச் செல்களை இனம் கண்டு அவற்றிற்கு உரிய பெயரிட்டு, வகைப்பாடு செய்வது பாக்க்டீரிய வகைப்பாட்டியல் (bacterial taxonomy) எனப்படும். பாக்க்டீரியா, புரோகேரியோ டா (Prokaryota) என்னும் பெரும் தொகுதியைச் சார்ந்தது. பாக்க்டீரியச் செல்களில் காணப்படும் செல் அமைப்பு படிமலர்ச்சிக் கீழ் நிலையானது என்றும் உயர் தாவர விலங்குகளின் செல் அமைப்பு படிமலர்ச்சி மேல் நிலையானது என்றும் கருதப்பட்டு அவை யுகேரியோடா (Eukaryota) என்னும் பெரும் தொகுதியினுள் வைக்கப்பட்டன. இவ்விரு பெரும் தொகுதிச் செல்களுக்கு இடையே பல வேறுபாடுகள் உள்ளன. நியூக்ளியசில் உள்ள DNA இன் அமைப்பு, கருச்சுவு இன்மை, உறையற்ற சைட்டோப்பிளாசு உறுப்புகள், பிளாஸ்மாச் சவ்வு, செல்சுவர் வேதிச்சேர்க்கை, செல் பொருள்கள் செல்லினுள் நுழைவது - வெளியேறுவது போன்ற பண்புகளில் பாக்க்டீரியச் செல்களுக்கும் ஏனைய உயர் தாவரச் செல்களுக்கும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

வாழ்விடம். பாக்க்டீரியச் செல்கள் பல வேறுபாடான சூழல்களிலும் வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு பாக்க்டீரியக் கூட்டத்திலும் பல்வேறு வகையான செயலியல் தன்மை களுடையவை, குறிப்பிடத்தக்க வேதி மாற்றங்களைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய பாக்க்டீரியக் கூட்டத்தை முறைப்படி ஆய்வு செய்து அவற்றின் பண்புகளுக்கு ஏற்றவாறு வகைப்பாடு செய்தலும், செயற்கை முறையில் வளர்க்கப்படும் பாக்க்டீரியாக்களைப் பெயரிட்டு வகைப்பாடு செய்தலும் பாக்க்டீரிய வகைப்பாட்டியலில் அடங்கும். பாக்க்டீரியக் கூட்டங்களுக்கு இடையே அமைந்த ஒற்றுமைகள், உறவு முறைகளை ஆராய்ந்து அவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளன.

பெயரிடு முறை. பாக்க்டீரியாக்களைப் பெயரிடுவது அனைத்து நாடுகளின் பாக்க்டீரியப் பெயரிட்டு முறை ஒழுங்கினால் (International Code of Nomenclature) கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இது 1976 ஆம் ஆண்டு மீண்டும்



புதுப்பிக்கப்பட்டது. இந்த விதிமுறை தாவர, விலங்கு, வைரஸ் விதிமுறைகளினின்றும் வேறுபட்டது. வகைப்பாட்டுத் தொகுப்புகளுக்குத் தகுந்த பெயரிடுவதற்கும், வகைப்பாட்டியலில் அதன் இடத்தை உறுதி செய்வதற்கும் விதிமுறைகள் வகுக்கப்பட்டுள்ளன. பாக்கீரிய அறிவியல் பெயர்கள் லத்தீன் மொழியில் அமைய வேண்டும். அல்லது லத்தீன் மொழியிலிருந்து பெறப்பட்டவையாக இருக்க வேண்டும். இதனால் பல்வேறுவகைப்பட்ட பாக்கீரியச் செல்களுக்கிடையே உள்ள உறவுமுறை உறுதி ஆக்கப்பட்டுத் தெளிவாக இருக்கும்.

பல்வேறு இனங்களுக்கான பண்புகள் உறுதி செய்யப்பட்டு, அவற்றை இணைத்துப்பேரினமும், பல பேரினங்களை இணைத்துச் சிறுகுடும்பமும், பல சிறு குடும்பங்களை இணைத்துக் குடும்பமும், பல குடும்பங்கள் சேர்த்துத் துறையும், பல துறைகளைக் கொண்டு வகுப்பும், பல வகுப்புகளை உள்ளடக்கிப் பகுப்பும், பல பகுப்புகளை இணைத்துப் பெரும் தொகுதியும் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு வகைப்பாட்டியல் தொகுதிக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பெயர்கள் இருந்தால் முன்னுரிமை அடிப்படையில் முதலில் வைக்கப் பட்ட பெயரே தக்கதெனக் கருதப்படும். அனைத்து நாடுகளின் பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியல் குழுவின் பரிந்துரையின்படி 1986 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி மாதம் 1 ஆம் தேதி முதல் முன்னுரிமைகள் தீர்மானிக்கப்படும் என்றும், அனைத்துப் புதிய வகைப்பாட்டியல் தொகுதிகளும் அனைத்து நாடுகளின் பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியல் இதழில் (International Journal of Systematic Bacteriology) வெளியிடப்பட வேண்டும் என்றும் விதிமுறைகள் வகுக்கப்பட்டன. இதற்கான அறிஞர் குழு, ஒப்புதல் அளிக்கப்பட்ட பாக்கீரியப் பெயர்களின் பட்டியலை வெளியிட்டது. விதிமுறைகளுக்கு இணங்கப் புதிய பெயர்கள் வெளியாயின. இத்தகைய நடவடிக்கைகளால் இரு வேறு பாக்கீரியாக்களுக்கு ஒரே பெயர் வைப்பது போன்ற குழப்பங்கள் குறைந்தன. ஒவ்வொரு பாக்கீரியச் செல்லிற்கும் ஒரு பெயரும், வெளியீடுகளில் வெளியிடப்பட்ட விளக்கமும் காணப்படும்.

இனங்கள் (species). பாக்கீரிய இனத்தை வரையறை செய்வது கடினமாகும். சிறிய வேறுபாடுகளைக் கொண்ட ஒட்டுக் கூட்டங்களே பாக்கீரிய இனம் எனப்படும். இந்த வரையறையும் மிகச் சரியாக அமையவில்லை. அமைப்பு, வேதியியல், செயலியல், மரபியல், சூழ்நிலையியல் என்னும் பண்புகளில் கிடைக்கக்கூடிய வகைகளுள் ஒன்றுக்கு ஒன்று ஒற்றுமையுடைய வகைகளே இனம் என்று வரையறை செய்யப்படும். இயற்கையிலிருந்து தனித்துப் பிரித்து

எடுக்கப்பட்ட, தூய்மையான வளர்ப்பு உயிரி ஒரு மரபுக்கூறு எனப்படும். இவ்விதம் தொகுக்கப்பட்ட மரபுக்கூறுகள் ஆய்வுக்கூடத்தில் ஆய்விற்கும், ஒப்புமைக்கும் பாதுகாத்து வைக்கப்படும். இந்தக் குறிப்பிட்ட இனத்திற்கு அறிவியல் விளக்கம் தருவதுடன் அவ்வகைப் பாக்கீரியச் செல் மாதிரி மரபுக்கூறு வகை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் பாதுகாக்கப்படும். இம்மரபுக்கூறு வகை காணாமல் போனாலோ, அழிந்துவிட்டாலோ அதற்கு ஈடாகப் புதிய மரபுக்கூறு வகை (neotype) வெளியிடப்படும்.

பொதுவாக, பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியல் என்பது உயிருள்ள மரபுக் கூற்றுப் பாக்கீரியச் செல்லை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டது. ஓர் இனம் என்பதில் மாதிரி மரபுக்கூறு வகை அடங்கும்; இதை ஒத்த ஏனைய பாக்கீரியச் செல்களும் அந்த இனத்தின் கீழ் வைத்து எண்ணப்படும். இந்த இனத்திற்குரிய விளக்கமும், பெயரும் அளிக்கப்படும். சட்டப்படி விளக்கம் அளிக்கப்பட்ட ஒரு புதிய இனம் லின்னியஸ் (C.Linnaeus) உருவாக்கிய இரு பெயர் சூட்டும் முறையிலான (binomial nomenclature) பேரினத்தினுள் அமைக்கப்படும். சான்றாக, பாசில்லஸ் சப்டிலிஸ் என்னும் பெயரில் பாசில்லஸ் என்பது பேரினப் பெயரையும் சப்டிலிஸ் என்பது இனத்தின் பெயரையும் குறிக்கும். இப்பெயர் சாய்ந்த எழுத்துகளால் (italicised) எழுதப்படும். இனத்திற்கு ஏற்ற பேரினம் அமையாவிடில் அனைத்து நாட்டு விதிமுறைகளுக்கும் இணங்கப் புதிய பேரினம் உண்டாக்கப்படும். பெயர் சூட்டும் படிமுறையில் மிகச் சிறியது சிற்றினம் (sub-species) ஆகும். குறிப்பிட்ட இனத்தினுள் சில நிலையான மாறுபாடுகளுடன் கூடியவை சிற்றினங்களாக வகைப்பாடு செய்யப்படும். பாசில்லஸ் சிரியஸ் சிற்றினம் மைகாய்டிஸ் நோய் விளைவிக்கும் இனங்களின் தொற்று நோய்த் திறனுக்கு இனங்களில் உள்ள மிகச் சிறிய வேறுபாடுகளும் அந்த நோய் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய நுண்ணிய வேறுபாடுகள் உடையவை, வகை (variety) எனப்படும். உயிரியல் பண்புகளால் வேறுபட்டவை உயிரிவகை (biovar) என்றும், உயிரி எதிரிப் பண்புகளால் வேறுபாடானவை உயிரி எதிர்வகை (serovar) என்றும், நோய் உண்டாக்கும் தன்மையில் வேறுபாடானவை நோய் வகை (pathovar) என்றும், குறிப்பிட்ட வைரசினால் இறக்கும் தன்மையில் வேறுபட்டவை கொல்லி வகை (phagovar) என்றும் குறிக்கப்படும்.

உயர்வகைப்பாட்டியல் தொகுப்பு. பெயர் சூட்டு விதிமுறையில் உயர் வகைப்பாட்டியல் தொகுப்புகள் உண்டாக்கப்பட்டு, அவை பயன்பாட்டில் உள்ளன.

புறத்தோற்ற ஒற்றுமையை (phenotype)| அடிப்படையாகக் கொண்ட வகைப்பாடு தவறான வழிகாட்டியாக அமைந்துவிடும். இதற்கு மாறாக 1974 ஆம் ஆண்டு முதல் பெர்ஜி என்பார் விவரித்த கிராம் எதிர் முழுமையான காற்றிலிச் சுவாசக் கோல், நகர்ந்து செல்லும் பாக்கீரியா போன்றவை வகைப்பாட்டியல் தொகுப்புகளாகக் கருதப்படும். இத்தகைய தொகுதிகள் மரபுவழி அல்லது படிமலர்ச்சி முறையில் பல வகைப்பட்டவையாக இருப்பினும், அவை அடையாளம் கண்டு கொள்வதற்கும், செயல்முறைக்கும் ஏற்றனவாக உள்ளன. செல்கவர், அதன் சாயம் ஏற்கும் தன்மை, செல்கவரினமை, ஒளிச்சேர்க்கை பெற்றவை, பெறாதவை போன்ற சில உறுதியான, நிலைத்த, அனைத்திற்கும் முதன்மையான பண்புகளின் அடிப்படையில் பாக்கீரியாக்களின் உயர்வகைப் பாட்டியல் தொகுப்பு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆர்க்கி பாக்கீரியாவைத் தவிர ஏனைய பாக்கீரியாக்களில் சாயம் ஏற்பவை, சாயம் ஏற்காதவை என்னும் பண்பு, வகைப்பாட்டிற்கு அடிப்படையாக உள்ளது. குறிப்பிட்ட நோக்கங்களுக்கான வகைப்பாட்டியலுக்கும், மரபுவழி வகைப்பாட்டியலுக்கும் இத்தகைய பயன்தரு ஏற்பாடு தொடர்புக் கருவியாக அமைகிறது. நீலப்பசும் பாசிகளை சயனோ பாக்கீரியா எனக் குறிப்பிட்டு, அவற்றை ஆக்சிஜன் வெளியிடும் ஒளிச்சேர்க்கைத் தொகுதியான ஆக்சிபோடோப் பாக்கீரியாவில் வைத்துக் கருதுவது ஆய்விற்குரியது. நீலப்பசும் பாசிகளில் படிமலர்ச்சி மேல்நிலையான நியூக்ளியசும், சாயம் ஏற்காத செல்களும், உயர் தாவரங்களில் உள்ளதைப் போன்ற ரிபோசோம், பாக்கீரியாவில் உள்ளதைப் போன்ற ரிபோசோமல் ரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (rRNA) போன்றவை காணப் படுகின்றன. ஆனால் இவற்றுள் பல இன்னும் ஆய்வுக்கூட முறையில் வளர்க்கப்படாமல் இயற்கையிலேயே காணப்படுகின்றன. மேலே விவரிக்கப்பட்ட வகைப்பாட்டியல் வகுப்புகளில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட துறைகள் உள்ளன. மேகவெட்டை நோயிற்கு அடிப்படையாக உள்ள நீசெரியா கொனேரியீ என்னும் பாக்கீரியச் செல்லின் வகைப்பாட்டியல் கீழ்க்காணுமாறு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பெரும் தொகுதி: புரோகேரியோடே

.....புரோகேரியோடிக்

பகுப்பு : குரேசிலிகூட்ஸ் .....

சாயம் ஏற்காதவை

வகுப்பு : ஸ்கோடோ பாக்கீரியா .....

ஒளிச்சேர்க்கை இல்லாதவை

துறை : வகுக்கப்படவில்லை; ஆயின் சாயம் ஏற்காத, காற்றுச் சுவாச, கோல் அல்லது உருண்டைப் பாக்கீரியாக்களுடன் வைக்கப்படும் .

குடும்பம் : நீசிரியேசி. நீசிரியா என்னும் பேரினப் பண்புகளுடைய குடும்பத்தில் உள்ளது.

பேரினம் : நீசிரியா

இனம் : நீசிரியா கோனேரியீ

மேற்காணும் பாக்கீரிய இனம் 1885 ஆம் ஆண்டில் டபிள்யூ சாப்ஃப் என்பாரால் விளக்கப்பட்டு 1885 ஆம் ஆண்டில் வி. டிரெவிசான் என்பார் வெளியிட்ட ஆய்வு ஏட்டில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. உயர்வகை வகைப்பாட்டியல் தொகுதிகளும், பாக்கீரியாக்களின் படிமுறையும் மேற் சொன்னவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் புதிய ஆய்வுகளும், புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், பாக்கீரிய வகைப் பாட்டியலில் மாறுதல்களை விரைவுபடுத்துகின்றன. உயிரியல் பல்லுறுப்புகளின் (polymer) அமைப்பும், புரோகேரி யோட்டுகளில் அவற்றில் உள்ள வேறுபாடுகளும் பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியலைப் புதிய கண்ணோட்டத்தில் நோக்க வழி வகுக்கின்றன.

பண்புகளின் இயல்புகள் (nature of characters).

பாக்கீரியச் செல்களில் நிலைத்த; உறுதிப் பாடான உருவம் இராமையால் அவற்றைத் தக்க முறையில் வகைப்பாடு செய்ய இயலவில்லை. பாக்கீரியச் செல்களின் தொல்லுயிர்ப் படிம உண்மைகள் மிகச் சிலவே. பாக்கீரியாக்கள்  $3.8 \times 10^9$  ஆண்டுகளாக இருந்து வந்துள்ளன என்பதற்கு நுண்ணோக்கி மற்றும் நில அமைப்பியல் சான்றுகள் உள்ளன. அத்தகைய பழங்காலத் தொல்லுயிர்ப் படிமப் பாக்கீரியாக்கள் விதிமுறைப்படியே பெயரிடப்பட்டுள்ளன. பாக்கீரிய இனப் பெருக்கம் இருகூறாகப் பிளத்தல் அல்லது மொட்டுவிடல் மூலம் உடலப் பெருக்கமாகவே நடைபெறுகிறது. பாக்கீரியாவில் வாழ்க்கைச் சுழற்சி (life cycle) இருப்பதில்லை; அவ்வாறு இருந்தாலும் எளிய இயல்புடையதாகவே உள்ளது; அவற்றில் இணைவிகள் (gametes) உண்டாவதில்லை; சூழல் இணைவு (conjugation) முறையிலான பால் இனப்பெருக்கம் அரிதாக நடைபெறுகிறது. தாவர, விலங்குகளில் உள்ள குறிப்பிட்டுக் கணிக்கக்கூடிய பண்புகள் பாக்கீரியாக்களில் காணப் படுவதில்லை. எனவே பாக்கீரியவியலார் (bacteriologists) கிடைக்கக்கூடிய பண்புகளான உருவம், சாயம் ஏற்கும் தன்மை, இயக்கம், வளர்ச்சித் தேவை, ஊடகப் பயன்பாடு, காடியாக்கு



பொருள், சேமிப்புப் பொருள், நொதி, நச்சுப்பொருள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்பாடு செய்கின்றனர். மேற்காணும் பண்புகள் மிகப் பலவாக இருப்பதால் பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியல் அறிஞர்களின் ஈடுபாட்டிற்கு ஏற்றவாறு வகைப்பாடு செய்யப்பட்டது. மருத்துவப்பாக்கீரியவியலார் வகைப்பாட்டியல் அடிப்படையாகச் செய்த ஆய்வுகள் தாவரவியலார் செய்த ஆய்வுகளினின்றும் மாறுபட்டிருந்தன. வகைப்பாட்டியல் அறிஞர்கள் செய்த இத்தகைய பல ஆய்வுகளின் விளைவாகப் பாக்கீரியக் குரோமோசோம் தொகுதி நன்கு ஆராயப்பட்டு, அவற்றின் ஜீன்களும், அவை உண்டாக்கும் தோற்றப் பண்புகளும் அறியப்பட்டன. ஒரு சில பாக்கீரிய இனங்களுக்கு மட்டுமே மரபியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன; இதனால் பாக்கீரிய நியூக்ளியிக் அமிலத்தில் அமைந்துள்ள நியூக்ளியோட்டைடுகளின் வரிசை முறையையும், புரதங்களின் அமைப்பு ஒற்றுமையையும், வளர்சிதை மாற்ற வழிமுறைகளையும் அறிய முடிந்தது. இத்தகைய ஆய்வுகள் ஏனைய பாக்கீரியச் செல்களுடன் ஒப்புமை செய்யப்பட்டு, அதன் மூலம் பாக்கீரியாக்களுக்கு இடையே ஆன உறவு முறைகளையும், மரபுவழி வரிசையையும் அறிய முடிந்தது. இத்தகைய ஆய்வுகள் புதிய அணுகுமுறை எனப்பட்டன. இந்தப்புதிய அணுகுமுறை காரணமாகப் பல புதிய நவீன செயல்முறைகளின் அடிப்படையில் பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியல் உருவாக்கப்பட்டது.

எண்ணியலான வகைப்பாட்டியல் (numerical taxonomy). புறத்தோற்றப் பகுப்பாய்வின் முதல் அணுகு முறை எண்ணியலான வகைப்பாட்டியல் ஆகும். இதற்கு ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட ஒவ்வொரு பாக்கீரிய மாதிரியையும் 150க்கும் மேலான ஆய்வுகள் செய்ய வேண்டியுள்ளது. மாதிரி வகைகளையும், 50க்கும் குறையாத மேற்கோள் செய்து அவற்றை நுணுகி ஆராய வேண்டும். ஒவ்வொரு வகையிலும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளையும் பாதிக்கச் செய்கின்ற வகைப்பாட்டியல் அலகுகளாகப் (operational taxonomic units-OTU) பிரித்து அறிந்து கொள்ளவேண்டும். இத்தகைய புள்ளி விவரங்களை ஓர் இரட்டை OTUக்களுக்கும் அவற்றின் நேர் எதிர் பண்புகளுக்கும் ஒத்தவையாக உள்ளனவா என்பதை எண்ணிக்கை அடிப்படையில் அமைத்து அவற்றை விழுக்காடாக மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு இணையான ஏனைய ஒத்த கெழு எண்கள் இருந்தபோதிலும், மேற்கூறிய  $S_{sm}$  என்னும் எளிய கெழு எண் பாக்கீரிய வகைப் பாட்டியலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய புள்ளி விவர ஆய்வுகள் கணினி கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்குப் பிறகு எளிதாகின்றன.

பாக்கீரிய செல்களுக்கு இடையே உள்ள ஒற்றுமை OTUக்கள் ஒரு மர அமைப்பில் (dendrogram) அமைக்கப்பட்டால், அதன் கிளைகள் ஒவ்வொன்றும்  $S_{sm}$  என்னும் பாக்கீரிய வகைப் பிரிவுகளைக் குறிக்கிறது. இத்தகைய பாக்கீரியக் கூட்டங்களின் ஆய்வுகளை ஒற்றுமை தளத்தில் (similarity matrix) இரு பருமன் அளவில் அமைத்து, அவற்றுள் காணும் ஒற்றுமைகளை நிறத்திண்மையால் வேறுபடுத்தி (shading) அறியலாம். இத்தகைய பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பெரிய ஒற்றுமைக் கூட்டங்கள் ஃபீனான் (phenon) என்னும் பெயரால் குறிக்கப்பட்டன.

வேதி வகைப்பாட்டியல். பாக்கீரியச் செல்லில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் வேதியியல் பண்புகளை ஆராய்ந்து அவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்பாட்டியலை வகுப்பது வேதிவகைப்பாட்டியல் (chemotaxonomy) எனப்படும். இம் முறையில் வகைப்பாடு செய்வது 1950 ஆம் ஆண்டிலிருந்து நடைபெற்று வருகிறது. எ-டு: பாக்கீரியாக்களை உள்ளடக்கிய புரோகேரியோட்டா தொகுப்பில் மட்டும் காணப்படும் முரைன் பெப்டிடோ கிளிகாண்கள், ஆர்க்கியாக்கீரியாவில் காணப்படும் ஈதர் இணைந்த லிப்பிடுகள் முதலியவற்றை வளிம, மெல்லிய அடுக்கு நிறப்பிரிகை மூலம் ஆய்வுகள் செய்து கண்டுபிடித்து, அவற்றின் அடிப்படையில் வகைப்பாடு செய்யப்படுகிறது. பாக்கீரியச் செல் சுவரின் வேதி அமைப்பு, செல் சவ்வுகளின் லிப்பிடு சேர்க்கை, ஐசோபிரினாய்டு குயுனோன், குறிப்பிட்ட புரதங்களில் உள்ள அமினோ அமில வரிசை, சைடோகுரோம் போன்ற புரதங்களின் பண்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வேதி வகைப்பாட்டியல் உருவாக்கப்படுகிறது. செல்குவரில் உள்ள பெப்டிடோகிளிகான்களின் வேதி அமைப்பு வகைப்பாட்டிற்கு மிகவும் பயன்படுகிறது. புரோகேரி யோடாவில் அடங்கியுள்ள பாக்கீரியச் செல் சுவர்களில் உள்ள ஹிட்ரோபாலிமர் மிகவும் சிறப்பானது.

பெரும்பாலான பேரினங்களில் பெண்டா பெப்டைடுகளை உண்டாக்கும் அமினோ அமிலங்கள் நிலையாக உள்ளன. ஆனால் சாயம் ஏற்கும் பர்மிகூட்களின் பெப்டிடோகிளிகான் அமைந்த செல்கவர் உள்ள பாக்கீரியாக்களில் குறிப்பிட்ட டைஅமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, பாக்கீரியச் செல்களில் உள்ள ரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலத்தின் வேதிப்பொருள் ஆய்வும் மரபு வழிவகைப்பாட்டியலை வகுப்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. குவானின், சீடோசின் போன்ற DNAஇல் உள்ள கால இரட்டைகளின் அடிப்படையில் பேரினம், இனம் போன்றவை முதலில் வகைப்பாடு செய்யப்பட்டன.



இனங்களுக்கு இடையே உள்ள DNA, RNA போன்ற நியூக்ளியிக் அமில் ஒற்றுமைகள் பாக்கீரியச் செல்களை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை ஒப்பிட்டு நோக்க உதவுகின்றன. ஒரு பாக்கீரியச் செல்லில் உள்ள DNA, RNA போன்ற நியூக்ளியிக் அமிலங்களில் உள்ள கார வரிசை ஒற்றுமைகளின் அடிப்படையில் மற்றொரு பாக்கீரியாவை ஒப்பிட்டு, அவை இரண்டின் ஒட்டு மொத்தமான ஒற்றுமைகள் கண்டறியப் பட்டன. பாக்கீரியச் செல்லில் உள்ள DNA இழைகள் உயர் வெப்ப நிலையில் தனித்தனியே பிரிந்து, பின் தாழ்வெப்ப நிலையில் மீண்டும் ஒன்று சேர்கின்றன. ஒட்டு மொத்தமான கார வரிசை முறைகளின் அடிப்படையில் DNA இழைகள் ஒன்று சேருவது நடைபெறுகிறது. கதிரியக்கத்தைக் குறியீட்டு அடையாளமாக கொண்ட இழையைக் கொண்ட ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட பாக்கீரியச் செல்லையும் மற்றொரு செல்லின் DNA இழையையும் ஒப்பிட்டு DNA இழைகள் ஒன்று சேரும் முறையை அறியலாம். இவ்வாறு ஒப்பிட்டுக் காண்பதற்குப் பல வழிகள் உள்ளன.

ஒரிழை உள்ள RNA மூலக்கூறுகள் DNA மூலக்கூற்றுடன் இணைந்து கலப்புயிரி (hybrid) இழையை உண்டாக்கும் அளவை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒற்றுமை கணக்கிடப்படுகிறது. இவ்வாறாக இரு பாக்கீரியச் செல்களை ஒப்பிட அவற்றின் DNA/DNA சேர்க்கை அடிப்படையாக அமைகிறது. மேலும் துல்லியமாக ஆய்வு மேற்கொள்ள r RNA அல்லது t RNAஐப் பயன்படுத்தி DNA/RNA ஒற்றுமைகள் ஆராயப்படுகின்றன. படிமலர்ச்சி மாறுதல்கள் r RNA, t RNAக்களில் ஏற்படுவதை விட DNA மூலக்கூற்றில் விரைவில் ஏற்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் படிமலர்ச்சியில் நிலைத்த, சிறப்பானதாகக் கருதப்படும் ரிபோசோம் என்னும் செல் உறுப்பின் சேர்க்கையையும் பணியையும் r RNA, t RNA போன்றவை உறுதிபடுத்த உதவுகின்றன. ஒரு பேரினத்திற்குள் உள்ள உறவு முறையைக் கணிக்கவும், இனங்களுக்கு இடையே ஆன உறவு முறையைக் கணிக்கவும் DNA/DNA ஒற்றுமை பயன்படுகிறது. பேரினங்களுக்கு இடையே உள்ள உறவுமுறையைக் கணிக்க DNA/RNA ஒற்றுமை பயன்படுகிறது. பாக்கீரியாக்களின் உயிரி வேதியியல் மரபு வழி ஆய்வுகளுக்கு அவற்றுள் காணப்படும் 16S r RNA மூலக்கூறுகளின் ஒற்றுமை அமைப்புகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இம்மூலக்கூறு மிகப் பெரிதாகவோ, மிகச் சிறியதாகவோ இராமையால் இது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. இம்முறை ஊஸ் என்பாராலும் அவர் தோழர்களாலும் உருவாக்கப்பட்டது. கதிரியக்க அடையாளமிட்ட 16C r RNA இழை T<sub>1</sub> ரிபோ நியூக்ளியேஸ் என்னும் நொதியுடன் சிறிய அ.க.15-2

நியூக்ளியோடைடுகளாகத் துண்டாக்கப்பட்டது. இந்த ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடு வரிசையும் குவானின் காரத்தில் முடிவடையும் என்பதைக் கதிரியக்க முறையாலும், அதன் அமைவிடத்தை இருபக்க மின்பகுப்பு முறையாலும் (electrophoresis) அறிந்து கொள்ளலாம். 6 குவானின் அல்லது அதற்கு மேற்பட்டவையும் ஒலிகோமெர் அட்டவணையில் குறிக்கப்படும்.

ஒவ்வொரு ஒலிகோ நியூக்ளியோடைடு அட்டவணையையும் மற்றவற்றுடன் ஒப்பிட்டு, அதிலிருந்து இரு பாக்கீரியச் செல்களுக்கான (S<sub>AB</sub>) என்னும் ஒற்றுமைக்கெழு எண் தயாரிக்கப்படும். இத்தகைய மதிப்புகள் ஒரு வரைபடத்தின் மூலம் விளக்கப்படும். நெருங்கிய ஒற்றுமை உடையவை 400 ஒலிகோ நியூக்ளியோடைடுகள் உடையவை என்றும், நெடுந்தொலைவு ஒற்றுமை உறவு முறை உடையவை 50 ஒலிகோ நியூக்ளியோடைடுகள் உடையவை என்றும் அட்டவணையிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். S<sub>AB</sub> சராசரி பிணைப்பு மதிப்பீடுகள் மரபு வழியில் தனித்திருப்பதைக் காட்டும் இத்தகைய படத்திலிருந்து ஆர்க்கிபாக்கீரியாக்கள் புரோகேரியோடா பாக்கீரியாக்களிலிருந்து மிகப் பழைய காலத்திலேயே வேறுபாடு கொண்டு பிரிந்து, படிமலர்ச்சி அடைந்திருக்க வேண்டும் என்பதை அறியலாம். பழங்கால உயிரினங்களிலிருந்து மூன்றாவதாகப் பிரிந்த, அடையாளம் சொல்ல இயலாத செல் வகைகள் பிற்காலத்தில் பசுங்கணிகம், மிடோகோன்டிரியா ஆகியவற்றுள் ஒட்டுண்ணிகளாகி, அவையே பின்னர் யுகேரியோடா தொகுதியாக அமைந்த, உயர்வகை நியூக்ளியஸ்களுடைய தாவர விலங்குகளுக்கு முன்னோடியாக அமைந்தன என்று கருதப்படுகிறது.

பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியலின் இடைமாறு பாட்டுக் காலம். இன்றுள்ள பாக்கீரிய வகைப்பாட்டியலில் முன்பு புறத்தோற்றங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு வகைப்பாடு செய்ததைப்போல் செய்யாமல், மூலக்கூற்று வேதியியல் அமைப்பின் அடிப்படையில் வகைப்பாடு செய்யப்பட்டு அவற்றின் மரபுவழிப் படிமலர்ச்சி உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு வேதியியல் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் மூலக்கூற்று வரிசைகள் கணினிச் செயல் முறையால் ஆராயப்படுகின்றன. இத்தகைய நிலையான பெருமூலக்கூறுகளைச் (macromolecules), செமண்டைட்ஸ் (semantides) என்று ஈஸுகர்காண்டில், எல்.பாலிங் என்போர் படிமலர்ச்சி வரலாற்றின் சான்று ஆவணங்கள் (The documents of evolutionary history) என்று கூறுகின்றனர். சைட்டோகுரோம் போன்ற சில பெருமூலக்கூறுகளில் மிகச்சிறிய வகைப்பாட்டியல் மாறுதல்களும், பெப்டிகோகுளிகான் சாயம்

ஏற்கும் பாக்டீரியாக்களில் உள்ள பெரு மூலக்கூறுகளில் குறிப்பிட்ட தெளிவான மாறுபாடுகளும் தோன்றுகின்றன. குரோமோசோம் போன்ற பெருமூலக்கூறுகள் தம் வரிசை முறையில் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. ஆனால் rRNA போன்றவற்றில் படிமலர்ச்சிக் காலத்தில் மாறுதலே ஏற்படாமல் நிலைத்து நிற்கின்றன. இதனால் இவை தயாரிக்கும் புரதங்களும் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் எவ்வித மாறுதல்களும் அடையாமல் உள்ளன. இத்தகைய பகுப்பு ஆய்வுகளுடன் புரதம், நொதிகள் உண்டாகும் வழிமுறைகளும் குறிப்பிட்ட வகைப்பாட்டியல் தொகுப்புகளின் உறவுமுறையைக் கணிக்க உதவுகின்றன.

அமைப்பியல், செயலியல் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட செயற்கை முறைத் திறவு கோல்கள் (artificial keys) மூலக்கூற்று வகைப்பாட்டியலின் அடிப்படையில் அமைந்த மரபியல் வழிச் சேர்க்கைக்கு முரண்பாடாக உள்ளன. எ-டு: 16S r RNA அட்டவணையின் படி சில மைக்ரோகாக்கஸ் இனங்கள் ஏனைய மைக்ரோகாக்கஸ் இனங்களைவிட ஆர்த்ரோபாக்டர் என்னும் பேரினத்துடன் நெருங்கிய உறவு முறை உடையன. இளம் சிவப்பு ஒளிச்சேர்க்கைப்பாக்டீரியாக்களுள் தெளிவான மூன்று மரபு வழியில் பிரிந்த தொகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு தொகுதியும் சாயம் ஏற்காத பாக்டீரியப் பேரினங்களுடன் உறவுமுறை கொண்டுள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரிய மூலத்திலிருந்து ஒளிச்சேர்க்கையற்ற பல வகைகள் தோன்றியிருக்கக்கூடிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஓர் உயிரினத்தை இனம் கண்டு கொள்வதற்குப் பயன்படும் நடைமுறை வகைப்பாட்டியல் உண்மைகளே அந்த உயிரினத்தின் மரபு வழியையும் தெரிவிக்க வேண்டும் என்பது தேவையற்றது. இதில் குறிப்பிட்ட உயிரினத்தை இனம் கண்டு கொள்வதே குறிப்பிடத்தக்கது. அந்தக் குறிப்பிட்ட உயிரினத்தை மரபு வழியில் நிலை நிறுத்துவது சிக்கலான செயல்முறையாகும். எனவே செயல் முறையிலான, ஆய்வுமுறையிலான இருவகை வகைப் பாடுகளும் தேவைப்படுகின்றன.

கே.ஆர். பாலச்சந்திர சுணேசன்

## பாக்டீரியா (கால்நடை)

நுண்பெருக்கி மூலம் கண்டறியக்கூடிய உயிரினங்களை நுண்ணுயிரி, நச்சுயிரி, ஒட்டுண்ணி எனப் பிரிக்கலாம். இவற்றில் நுண்ணுயிரி எனப்படும் பாக்டீரியாவின் சில

குணங்கள் அவற்றினைத் தாவர இனத்தில் வகைப்படுத்த வழிவகுக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, தாவர செல்களுக்கே உரித்தான கடினமான செல்கவர் பாக்டீரியாவிலும் காணப்படுகிறது. மேலும் பாக்டீரியா இரட்டிப்பது இரட்டைப் பிரிவு (binary fission) என்னும் முறையில் நடைபெறுகிறது.

பொதுவாகப் பாக்டீரியாக்களில் பிரிவு ஏற்பட 15-20 நிமிடங்கள் ஆகிறது. பாக்டீரியாவில் மரபுச் செய்தி வட்டவடிவக் குரோமோசோம்களில் உள்ளது. மேலும் பாக்டீரியாவின் கரு ஏனைய விலங்கினச் செல்களைப் போலல்லாமல் வடிவற்றுக் காணப்படும். இவ்வகை வட்டவடிவக் குரோமோசோம்களைத் தவிரச் சிறு வட்ட வடிவுடைய மரபுச்சுற்றுகள் (plasmids) நுண்ணுயிரிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை, பாக்டீரியா நச்சு உற்பத்தி செய்தல், செல்களில் ஒட்டிக் கொள்ளும் தன்மை, நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகளுக்கு எதிர்த்தன்மை கொடுப்பது ஆகிய குணங்களைப் பாக்டீரியாவுக்குக் கொடுக்கின்றன.

இடமாற்றம், இணைவு, பரிமாற்றம் ஆகிய மூன்று முறைகளில் பாக்டீரியாவில் மரபுச் செய்தி மாற்றம் நடைபெறுகிறது.

இடமாற்ற முறையில் (transformation) மரபுச் செய்திகளான குரோமோசோம்கள் ஒரு பாக்டீரியாவிலிருந்து வெளியேறி மற்றொரு பாக்டீரியாவினுள் நுழைந்து அதன் பண்பை அளிக்கின்றன.

இணைவு முறையில் (conjugation) பாக்டீரியா ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டு ஒரு குழாய் மூலமாக மரபுச் செய்திகளை மாற்றம் செய்து கொள்கிறது. பரிமாற்ற (transaction) முறையில் பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் பாக்டீரியாபாஜ் எனப்படும் நுண்ணுயிரி மூலமாக மரபுச் செய்திகளை மாற்றம் செய்து கொள்கிறது.

பாக்டீரியாவைத் தீங்கு விளைவிப்பவை, நன்மை விளைவிப்பவை எனப் பிரிக்கலாம். தீங்கு விளைவிக்கும் வகையில் மனிதர்களைத் தாக்கி நோயுண்டாக்குபவை, விலங்கினங்களைத் தாக்கி நோயுண்டாக்குபவை, தாவரங்களைத் தாக்கி நோயுண்டாக்குபவை எனவும், நன்மை விளைவிப்பவையில் பாலைத் தயிராக்குதல் போன்ற நுண்ணுயிரிகள், மெத்தேன் வளிமம் உண்டாக்கும் பாக்டீரியா, நோய் எதிர்ப் பொருள்களை உண்டாக்கும் பாக்டீரியா எனவும் பிரிக்கலாம்.

பாக்டீரியாவின் வெளிப்புற வடிவமைப்பு பல்வேறு வகைப்படும். வட்ட வடிவமாகக் காணப்படும் பாக்டீரியா



(cocci) திராட்சைக் கொத்து போன்றும், சங்கிலி போன்றும் தோன்றும். மேலும் பாக்டீரியாக்கள் உருளை வடிவிலும் திருகு வடிவிலும் காணப்படும். பாக்டீரியாவைச் சுற்றிச் சில வகையில் கூடு போன்ற (capsules) அமைப்பும் காணப்படும். சில வகையான பாக்டீரியாக்களில் சாட்டை டோன்ற உறுப்பு (flagella) காணப்படும். இது பாக்டீரியா ஓரிடத்திலிருந்து பிரிதேர் இடத்திற்குச் செல்லப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இந்த சாட்டை உறுப்புக்கு டோன்ற மரபுச் செய்திகளை மாற்றம் செய்து கொள்ளப் பெரிதும் உதவுகின்றன.

பாக்டீரியாவை நேரிடையாக நுண்பெருக்கி வாயிலாகக் கண்டறிய முடியாது. எனவே அதைச் சாயத்தில் தோய்த்துக் காணலாம். கிரிஸ்டியன் கிராம் எனும் அறிவியலார் பாக்டீரியாவைக் கிராம் பாசிடீவ் என்றும், கிராம் நெகடிவ் என்றும் இரு வகையாகப் பிரித்தார். கிராம் பாசிடீவ் வகைப் பாக்டீரியா கிரிஸ்டல் வயலெட் எனப்படும் சாயத்தை ஏற்றுக் கொண்ட பின்னர் அதனைச் சாராயம் போன்ற பொருள் மூலமாகச் சாயத்தை அழிக்க முடியாது. கிராம் நெகடிவ் வகைப் பாக்டீரியா எளிதில் சாராயத்தால் சாயம் நீக்கப்பட்டுப் பிறிதொரு வகைச் சாயத்தை ஏற்றுக் கொள்கிறது.

சாய வகைகளில் காச நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரியை அமிலம் நீக்கா முறையின் (acid fast) மூலம் சாயமேற்றலாம். இதில் காசநோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரியை ஒரு முறை சாயமேற்றிய பின்பு அமிலம் மூலமாகக் கூடச் சாயத்தை நீக்க முடியாது. ஆனால் ஏனைய நுண்ணுயிரிகளால் சாயம் எளிதில் நீக்கப்படும். இம்முறையில் காசநோய் வளர் நுண்ணுயிரிகளை (mycobacterium) ஏனைய பாக்டீரியாக்களிலிருந்து பிரித்தறியலாம். சில வகைப் பாக்டீரியாக்களைச் சவ்வுப் பொருள் மூடியிருக்கும். இப்பொருளைச் சாயமேற்ற இந்திய மை முறை கையாளப்படுகிறது. சாட்டை உறுப்பு வெள்ளிப் பொருள் கொண்டு சாயமேற்றப்படுகிறது.

கிராம் பாசிடீவ் பாக்டீரியாவில் மக்னிஷியம் ரிபோ நியூக்ளியேடு எனப்படும் வேதிப் பொருள் உள்ளது. பாக்டீரியம் வகைப் பாக்டீரியாவில் மைக்கோலிக் அமிலம் எனப்படும் பொருள் உள்ளமையால் அமிலம் கொண்டும் சாயம் நீக்கா நிலை ஏற்படுகிறது. இவ்வகை வேதிப் பொருள்கள் வெவ்வேறு பாக்டீரியாக்களுக்கு வெவ்வேறு சாயம் ஏற்றும் பண்பை அளிக்கின்றன. இது அவ்வகைப் பாக்டீரியாவைக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது.

பாக்டீரியா வளர்முறை (bacterial culture). பாக்டீரியாவின் வளர்முறை, அதைக் கண்டறியவும், அதைத் அ.க.15-2அ

தனியே பிரித்தெடுத்து வளர்க்கவும் பெரிதும் உதவும். சில வகைப் பாக்டீரியாக்கள் பெப்டோன் போன்ற சாதாரண வேதிப் பொருள்களிலேயே வளரும். சில பாக்டீரியாக்களை வளர்க்க இறைச்சித் துகள், குருதி போன்றவை தேவைப்படும். வேறு சில பாக்டீரியாக்கள் சில வகை நச்சுப் பொருள்களிலும் வளரக் கூடியவை; அதாவது ஈ.கோலை எனப்படும் நுண்ணுயிரி குடலில் தங்கி வளரக்கூடியது. குடல் பகுதிகளில் காணப்படும் பித்த உப்புகளை எதிர்த்து இது பெருக்கக்கூடியது. இப் பண்பினைப் பயன்படுத்தி ஈ.கோலை போன்றவற்றைப் பிரித்தெடுக்கும் வளர்முறையில் பித்த உப்புகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

சால்மொனெல்லா வகை நுண்ணுயிரிகளை வளர்க்கும் முறையில் செலினைட் எனப்படும் வேதிப் பொருளும் டெட்ரட் நயனேட் எனப்படும் வேதிப் பொருளும் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வகை வேதிப் பொருள்கள் சால்மொனெல்லாவைத் தவிர ஏனையவற்றை வளர விடுவதில்லை. ஸ்டெபைலோக்காக்கஸ் வகை நுண்ணுயிரி அதிக அளவு உப்பு நிலையில் வளரக்கூடியது. எனவே இது வளர்க்கப்படும் வளர் பொருளில் 5-10% உப்பு சேர்க்கப்படுகிறது. இதேபோல் பாக்டீரியா பல்வேறு சர்க்கரைப் பொருள்களை வளர்சிதை மாற்றம் செய்யும் திறனைக் கொண்டும் கண்டறியப்படுகிறது. குளுகோஸ், சுக்ரோஸ், ஃபிரக்டோஸ், மானிட்டால், டல்சியால் போன்ற சர்க்கரைப் பொருள்களை வளர்சிதை மாற்றம் செய்து அமிலம் மற்றும் வளிமம் உற்பத்தி செய்வதன் மூலம் பாக்டீரியா பிரிக்கப்படுகிறது.

பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் நச்சுயிரிகளைக் (bacteriophage) கொண்டும் பாக்டீரியாவைப் பிரித்தறியலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நச்சுயிரி ஒரு குறிப்பிட்ட வகைப் பாக்டீரியாவையே தாக்கும். இந்தப் பண்பினைப் பயன்படுத்திப் பாக்டீரியாவைக் கண்டறியலாம். தற்போது பாக்டீரியா கொண்டுள்ள தனித்த டி.என்.ஏ (plasmid) மூலக்கூறு, டைட், எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் பாக்டீரியா கண்டறியப்படுகிறது.

பாக்டீரியா தன்னைப் பிற பாக்டீரியாக்களிலிருந்து பாதுகாக்க நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கிறது. அவ்வகையில் பெனிசிலின், ஸ்ட்ரெப்டோமைசின், எரித்ரோமைசின் ஆகிய நோய் எதிர்ப்பொருள்கள் மிகவும் இன்றியமையாதவை. பெனிசிலின் நோய் எதிர்ப்பொருள்கள் பாக்டீரியாவில் வெளிப்புறச் சுவர்ப் பாதிப்பினை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் வெளிப்புறச் சுவர் செயலிழந்து பாக்டீரியா பல்வேறு வடிவினைக்



கொண்டு அது மற்றைய உடல் எதிர்ப்பு ஆற்றல் பொருள்களுக்கு இரையாகிறது.

பாக்டீரியாவால் மனிதர்களுக்கு உண்டாகும் நோய்களில் குறிப்பிடத்தக்கது காலரா நோய். இந்நோய் லிப்ரியோ காலரா எனப்படும் நுண்ணுயிரியால் ஏற்படுகிறது. இது 'c' கமா வளைவுக் குறி போன்று வளைந்து காணப்படும். இசிவு நோய் (tetanus) கிளாஸ்டிரிட்யம் டெட்டனை எனப்படும் நுண்ணுயிரியால் ஏற்படுகிறது. குழந்தைகளின் அடைப்பான் நோய் போர்ட்டெல்லா பெர்டுசிஸ் வகை நுண்ணுயிரியால் தோன்றுகிறது. டைஃபாய்டு நோய் சால்மொனெல்லா வகைப் பாக்டீரியாவால் உண்டாகிறது. சால்மொனெல்லா வகையில் இரண்டாயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட நுண்ணுயிரிகள் உள்ளன. இவை பல்வேறு வகை விலங்குகளிலும் மனித இனத்திலும் வயிற்றுப் போக்கையும் உணவு நஞ்சையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

பாக்டீரியாவை ஆக்சிஜன் தேவையுள்ளது, தேவையற்றது என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். கிளாஸ்டிரிட்யம் எனப்படும் பாக்டீரியா வகைக்கு ஆக்சிஜன் தேவையில்லை. சில பாக்டீரியாக்கள் மிகச் சிறந்த ஆற்றல் மிக்க நச்சுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. கிளாஸ்டிரிட்யம் பொடுலினம் எனப்படும் நுண்ணுயிரி உற்பத்தி செய்யும் நச்சுப் பொருள் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. இது உணவில் நச்சுத் தன்மையை உண்டாக்குகிறது. கிளாஸ்டிரிட்யம் டெட்டனை எனப்படும் நுண்ணுயிரி வலிப்பைத் தோற்றுவிக்கிறது. இது உற்பத்தி செய்யும் நச்சுப் பொருள்கள் (டெட்டனோஸைசின், டெட்டனோ ஸ்டாஸ்மின்) நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கி வலிப்பு நிலையை ஏற்படுத்துகின்றன.

இவ்வகைப் பாக்டீரியாக்கள் உண்டாக்கும் நோய்களைக் கட்டுப்படுத்த, தடுப்பு மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. பாக்டீரியாவைச் செயலற்றதாகச் செய்த பின்பு தடுப்பு மருந்து நச்சுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் நுண்ணுயிரிகளைச் செயலற்றவையாக்கத் தடுப்பு மருந்துகள் உதவுகின்றன. விலங்குகளைப் பாதித்து நோயுண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்களில் அடைப்பான் (anthrax) நோயுண்டாக்கும் பெசில்லஸ், ஆந்திராசிஸ் வகைப் பாக்டீரியா, கருச்சிதைவை ஏற்படுத்தும் புருசெல்லா அபார்டஸ் வகைப் பாக்டீரியா, சப்பை நோயை உண்டாக்கும் கிளாஸ்டிரிட்யம் சவாய் வகைப் பாக்டீரியா ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

பால் பொருள் உற்பத்தியில் நன்மை தரும் பாக்டீரியாக்கள் பல உள்ளன. லேக்டோபெசில்லஸ்,

ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் வகை நுண்ணுயிரிகள் பால் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யப் பெரிதும் உதவுகின்றன. மேலும் பல பாக்டீரியாக்கள் நோய் ஏதும் உண்டாக்காமல் நோய் உண்டாக்கும் பாக்டீரியாக்களை எதிர்த்துச் செயல்படுகின்றன. இவ்வகைப் பாக்டீரியாக்களில் காணப்படும் தனித்த டி.என்.ஏ (plasmids) சுற்றுக்களே பல்வேறு நன்மை தரும் பண்புக்குக் காரணமாகின்றன.

மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் வளரக்கூடிய பாக்டீரியாக்களும் தற்போது கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றைச் சைக்ரோபிகிக் பாக்டீரியா என்று கூறுவர். அதேபோல் உயர் வெப்பநிலையையும் தாங்கக்கூடிய பாக்டீரியாக்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை எரிவளி, எரிமலைக்குழம்பு போன்ற பொருள்களிலும் வளரக்கூடிய திறன் பெற்றுள்ளன.

வே. புருஷோத்தமன்

## பாக்டீரியா (தாவரவியல்)

இது செடியினத்தைச் சார்ந்த நுண்ணுயிரியாகும். ஆனால் செடிகளில் இருப்பது போன்ற பச்சையம் (chlorophyll) பாக்டீரியாவில் இருப்பதில்லை. பூசணம், விலங்கினம், செடியினம் ஆகியவற்றின் திசுவறைகளில் இருப்பதைப் போன்ற வரையறுக்கப்பட்ட கரு (well defined nucleus) பாக்டீரியாவில் இருப்பதில்லை. எனினும் ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்ட நிறவலை (chromatin) அமைப்பைப் பாக்டீரியா கொண்டுள்ளமையால் இதுவே கரு எனக் கருதப்படுகிறது. கோளம், உருளை, சுருள் போன்ற ஏதேனும் ஒரு வடிவத்தைப் பாக்டீரியா பெற்றிருக்கிறது. பாக்டீரியா நகராததாகவோ, நகரக்கூடியதாகவோ இருக்கலாம். நகரும் தன்மை வாய்ந்த பாக்டீரியாக்கள் மெல்லிய நகரிழைகளைக் (flagella) கொண்டுள்ளன. சில பாக்டீரியா வகைகள் உள் விதைகளை (endospores) உருவாக்கும் திறன் பெற்றவை. மேலும் ஒட்டுண்ணியாகவோ (parasite), சாறுண்ணியாகவோ (saprophyte) வாழும் இயல்பும் கொண்டவை.

வரலாறு. ஹாலந்தைச் சேர்ந்த வான்லீயுவென் ஹாக் என்பார் 1676 ஆம் ஆண்டு பாக்டீரியா இருப்பதை முதன்முதலில் உருப்பெருக்கியின் மூலம் கண்டார். வொரோனின் என்பார் 1868 ஆம் ஆண்டு பயறு வகைப் பயிர்களின் வேர் முடிச்சுக்களில் பாக்டீரியா உள்ளமையைக்

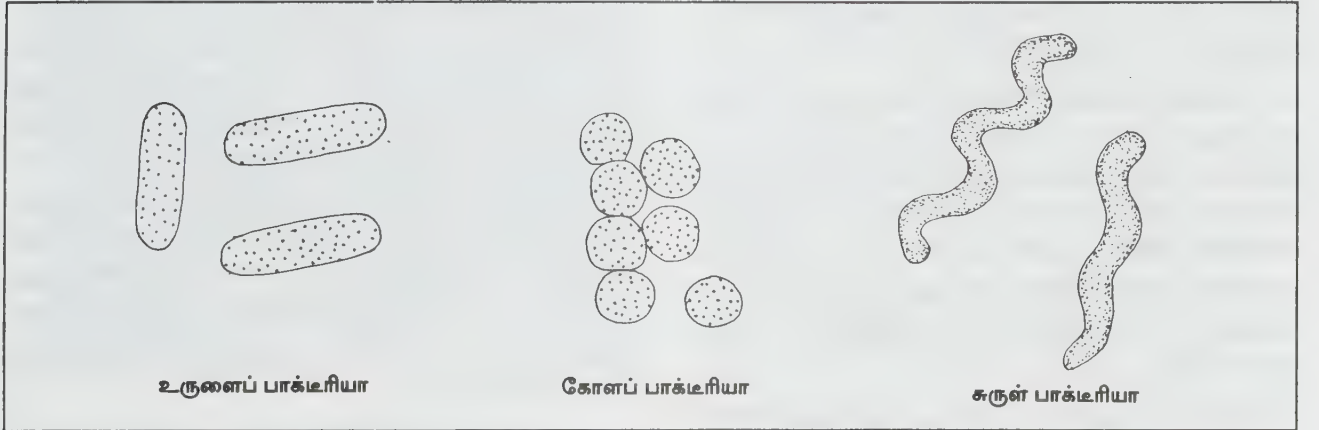
கண்டறிந்தார். ஆயினும் பரீரில் என்பாரே பயிர் நோய்களுக்கும் பாக்கீரியாவுக்கும் தொடர்பிருக்கலாமென முதன்முதலில் எண்ணினார். அதனைத் தொடர்ந்து 1882 ஆம் ஆண்டில் பேரி, ஆப்பிள் மரங்களில் ஏற்படும் செந்தீசல் (fire blight) நோய் எர்வினியா அமைலோவோரா எனும் பாக்கீரியாவால் தோன்றுவதாகக் கண்டறிந்தார். அதன் பின்பே பயிர்களைத் தாக்கும் பாக்கீரிய நோய்கள் பற்றிய ஆய்வுகள் பெருகத் தொடங்கின. பாக்கீரியா, பச்சையம் இல்லாத ஒற்றைத் திசுவறையை (unicellular) மட்டும் கொண்டு இரட்டையாகப் பிளந்து பெருக்கமடையும் சிறிய நுண்ணுயிரியாகும்.

வகை. பாக்கீரியா, வடிவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு கோளம், உருளை, சுருள் என மூவகைப்படும். கோள வடிவத்தைக் கொண்ட பாக்கீரியாவைக் கோள

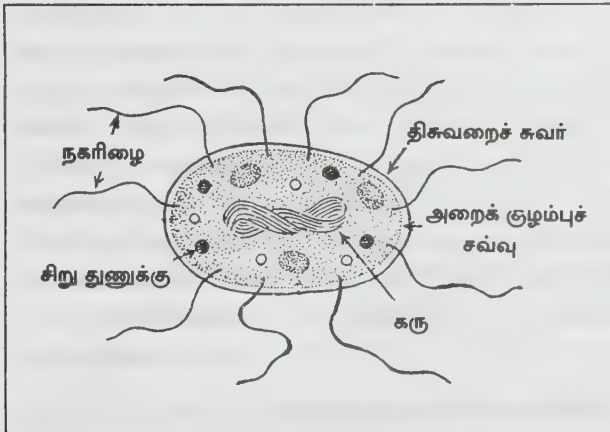
பாக்கீரியா (COCCUS) எனலாம். கோளப் பாக்கீரியா சில நேரங்களில் முட்டை வடிவத்திலோ ஒரு பக்கம் அமுங்கிய நிலையிலோ காணப்படலாம்.

கோளப் பாக்கீரியா, நோயைத் தோற்றுவிக்காது. உருளை வடிவப் பாக்கீரியா (bacillus) நீண்ட உருளைக் கம்பி போலவோ குறுகிய உருளைக் கம்பி போலவோ காணப்படலாம். இதன் இருபுற நுனிப்பகுதிகளும் வட்டமாக உள்ளன. சுருள் வடிவப் பாக்கீரியா (spirillum) நீளமாகவும் ஓரிரு வளைவுகளுடனும் காணப்படும் (படம் 1).

ஒரு சிறிய பாக்கீரியாவின் அளவு 0.1-0.3 மைக்ரான் அகலமும் 1-3 மைக்ரான் நீளமும் ஆகும். (1/1000 மி.மீ. = 1 மைக்ரான்). எனவே பாக்கீரியாவை உருப்பெருக்கியின் வழியாகவே காண இயலும்.



படம் 1. பாக்கீரியா வகை



படம் 2. பாக்கீரிய அமைப்பு

பாக்கீரிய அமைப்பு. ஒவ்வொரு பாக்கீரியாவும் ஒற்றைத் திசுவறையால் ஆனது. பாக்கீரியாத் திசுவறை, திசுவறை உயிர்ப் பொருளைக் (protoplasm) கொண்டுள்ளது. அறைக்குழம்பு (cytoplasm), நிறவலை, நுண்குமிழி (vacuole), சிறு துணுக்கு (granules) போன்றவை திசுவறை உயிர்ப் பொருளில் அடங்கியுள்ளன. இவற்றைச் சுற்றிலும் வரையறுக்கப்பட்ட சவ்வு (membrane) திசுவறைச் சுவரும் (cell wall) அமைந்துள்ளன.

திசுவறைச் சுவரும் திசுவறைச் சவ்வும். திசுவறை உயிர்ப் பொருளைக் காப்பதற்கும், திசுவறைக்கு வடிவத்தைக் கொடுப்பதற்கும் திசுவறைச் சுவர் பயன்படுகிறது. உறுதியான திசுவறையைச் சுற்றியுள்ள இச்சுவர்



அறைக்குழம்புச் சவ்வு, திசுவறைச் சுவர், பசையடுக்கு என்னும் மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டது.

அறைக்குழம்புச் சவ்வு, பாக்டீரியத் திசுவறை தோன்றியவுடன் அதைச் சுற்றிலும் நீர்ப்படலமாகத் (fluid film) தோன்றிப் பிறகு அடர்த்தியாகி இறுதியில் கடினமாக மாறும். இச்சவ்வு ஒன்று முதல் பல அடுக்குகளைக் கொண்டிருக்கும். அறைக் குழம்புடன் தொடர்புற்றிருக்கும் இச்சவ்வு, புரதம், கொழுப்பு போன்ற பல்வேறு வேதிப் பொருள்களால் ஆனது. சவ்வூடு பரவலின் (osmosis) போதும், அறைக்குழம்பு சுருங்கும் போதும் அறைக்குழம்பை ஓட்டியுள்ள அறைக்குழம்புச் சவ்வும் சுருங்குகிறது. திசுவறைச்சுவர் திசுவறைக்கு வடிவத்தைக் கொடுக்கிறது. இச்சுவர் கூட்டுக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளால் ஆனது. திசுவறைச்சுவருக்கு வெளிப்பகுதியில் பசையடுக்கு உள்ளது. இவ்வடுக்கில் பல கார்போஹைட்ரேட் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன. பசையடுக்கு பாக்டீரியாவைச் சுற்றிப் பெரிதாகவும் உறுதியாகவும் நிலைத்திருக்குமாயின் இதை வெளியுறை (capsule) எனலாம்.

திசுவறை உயிர்ப் பொருள். கார்பன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், சல்பர் மற்றும் பல மூலகங்களாலான புரதம், கார்போ ஹைட்ரேட், கொழுப்பு போன்ற வேதிப் பொருள்களை கொண்ட கூழ் (colloid) திசுவறை உயிர்ப்பொருளாகும். கருவின் உள்ளிருப்பது கருக்குழம்பு (nucleoplasm) என்றும் கருவைச் சுற்றிலும் திசுவறையில் உள்ளது அறைக்குழம்பு என்றும் வழங்கப்படும்.

கரு. பொதுவாக ஒவ்வொரு நுண்ணுயிரியிலும் வரையறுக்கப்பட்ட கரு உண்டு; ஆனால் பாக்டீரியாவில் இது இருப்பதில்லை. பாக்டீரியாவில் உள்ள நிறவலையே கரு எனக் கருதப்படுகிறது.

நுண்குமிழி. திசுவறை உயிர்ப் பொருளில் நுண்குமிழிகள் காணப்படுகின்றன. நுண்குமிழிக்குள் திசுவறைச்சாறு (cell sap) அடங்கியிருக்கும். ஒவ்வொரு பாக்டீரியத் திசுவறையிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேலும் நுண்குமிழி இருக்கலாம்.

சிறு துணுக்கு. பாக்டீரியா முதிர்ச்சியடையும் பருவத்தில் ஊட்டப் பொருள்களில் (food materials) நீரில் கரைபவை மட்டும் கரைந்து நுண்குமிழிக்குள் கசிந்து செல்கின்றன. கரையாத பொருள்கள் அறைக்குழம்புச்

சேர்க்கைப் பொருள்களாகப் (cytoplasmic inclusion bodies) படிவமாக மாறுகின்றன. இவை சிறு துணுக்குகள் எனப்படுகின்றன. இவை நைட்ரஜன் அடங்கிய சேமிப்பு ஊட்டப் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன.

கொழுப்பு உருள் மணி. கார்போஹைட்ரேட் மிகுதியாக அடங்கிய ஊடகத்தில் (media) வளரும் சில வகைப் பாக்டீரியா, கொழுப்புப் பொருளை உருள் மணிகளாகச் (globules) சேமித்து வைக்கிறது.

மேலுறை. பாக்டீரியாவைச் சுற்றியுள்ள பசையடுக்கு பெரிதாகவும் உறுதியாகவும் இணைந்திருக்குமாயின் அது மேலுறை எனப்படுகிறது. மூலக்கூறு எடை கூடுதலாக உள்ள கூட்டுக் கார்போஹைட்ரேட் பொருள்களால் மேலுறை ஆக்கப்பட்டுள்ளது. பாக்டீரியாவுக்குப் பாதுகாப்பை அளிக்கும் திறன் மேலுறைக்கு உண்டு.

பாக்டீரிய நோய்கள். சில பாக்டீரியாக்கள், பயிர்களில் நோய் உண்டாக்கும். மண், விதை, காற்று, நீர், பூச்சி, நூற்பழு மூலமாக ஒரே நிலத்தில் ஒரு செடியிலிருந்து பிற செடிகளுக்கோ ஒரு பருவத்திலிருந்து அடுத்த பருவத்திற்கோ பாக்டீரியா பரவும். பயிரில் தொற்றும் பாக்டீரியா திசுவறைகளுக்கிடையிலோ திசுவறைக்குள்ளேயோ சாற்றுக் குழாய்களிலேயோ தொடர்புறும். திசுவறைகளுக்கிடையில் நோய்க் காரணி பெருக்கமடைந்து உட்குழாய்த் திசுக்கள் (xylem vessels), சோற்றணுத் திசுக்கள் போன்றவற்றிற்கும் பரவிய பிள் பெரும்பாலான பாக்டீரிய நோய்களின் அறிகுறிகள் தோன்றத் தொடங்குகின்றன.

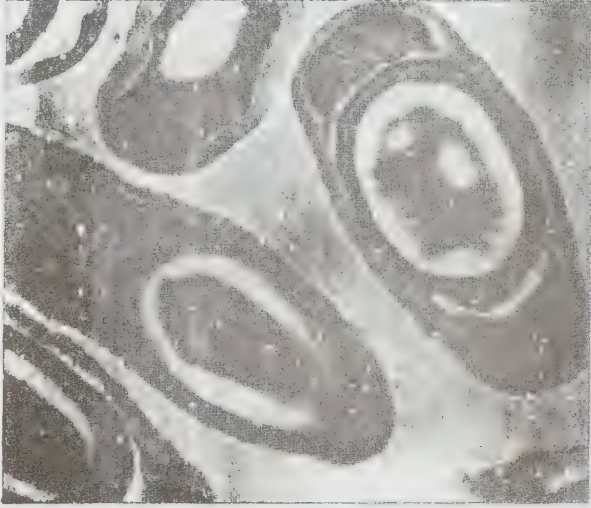
சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களில் சாறு கீழிருந்து மேல் நோக்கிச் செல்லும்போது பொதுவாக நோய்க்காரணியும் உடன் செல்கிறது. செடிக்குள் பாக்டீரியா நுழைந்ததும் செடிக்கு ஏற்றவாறு வெவ்வேறு வகை விளைவுகளைச் சேர்ப்பதால் அவ்வகைச் செடிகள் வெவ்வேறு வகையான நோயின் அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்தும் இயல்புடையவையாகின்றன. எனவே நோய்க்காரணிக்கும் செடிவகைக்கும் ஏற்றவாறு அறிகுறிகள் வேறுபடுகின்றன. இலைப்புள்ளி, கொப்புளம், வாடல், அழுகல், குட்டையாதல், நிறமாற்றம், உருத்திரிதல் (distortion) போன்ற பல்வேறு அறிகுறிகள் பாக்டீரிய நோய்களால் ஏற்படுகின்றன.

கா. சிவப்பிரகாசம்



## பாக்டீரியா (விலங்கியல்)

இது ஒற்றைச் செல் தாவர வகையைச் சேர்ந்த நுண்ணுயிரியாகும். நீர், நிலம். குப்பைக்கூளம், தாவரம், விலங்கு ஆகியவற்றில் காணப்படும் பாக்டீரியாக்களின் அளவில் இருவகையுண்டு. ஒரு வகையைத் தனி அல்லது கூட்டு நுண்ணோக்கி மூலம் காணலாம். மற்றொரு வகையினை 10 - 15 ஆயிரம் மடங்கு உருப்பெருக்கிக் காட்டும் மின் நுண்ணோக்கி மூலம் காணமுடியும். பல்வேறு உருவில் உள்ள பாக்டீரியாவில் சில திருகு போலவும், சில சிறு குச்சி போலவும், சில உருண்டை போலவும் உள்ளன. சில பாக்டீரியாக்கள் இடம் விட்டு இடம் நகரக்கூடியவை.



படம் 1. உறைக் கூட்டுக்குள் உள்ள பாக்டீரியா

பச்சையம் இராமையால் பாக்டீரியா தன் உணவைத் தானே தயாரிப்பதில்லை. வாழ்மிடத்தில் கரிமப்பொருள் இருந்தால் இது உயிர் வாழும். ஒரு சில ஒட்டுண்ணிப் பாக்டீரியாக்கள் தாம் ஒட்டி வாழும் தாவரம் அல்லது விலங்கிலிருந்து தமக்கு வேண்டிய உணவுப்பொருளை உட்கவர்ந்து கொள்கின்றன. குப்பைக் கூளங்களிலும் அழுகிய மட்கும் பொருள்களிலும் காணும் பாக்டீரியாக்கள் அவற்றில் வேதி மாற்றங்களை ஏற்படுத்தித் தமக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருளைக் கவர்வதால் அவற்றைச் சாறுண்ணி (saprophyte) என்பர். உயிரிகளிலே மிக விரைவாக இனப்பெருக்கம் செய்யினும் நேரடிச் சூரிய ஒளியும், மிகை

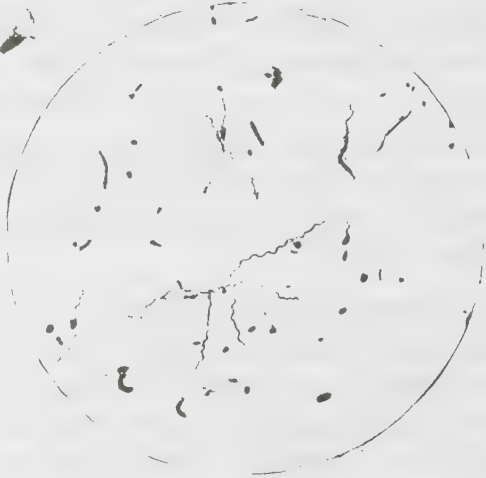
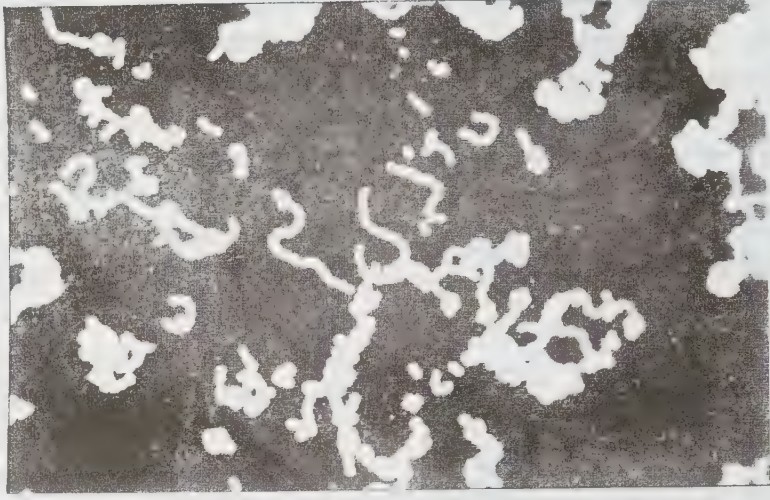
ஆக்சிஜனும் உள்ள இடங்களில் இவை எளிதில் மடிந்துவிடுகின்றன.

சில, ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தி (aerobic) வளரும் தன்மையுடையவை. ஏனையவை ஆக்சிஜனின்றியே (anaerobic) வளரும் தன்மையன. வாழும் சூழலில் மாற்றங்களுண்டாக்கி ஒவ்வா நிலை ஏற்படின் பாக்டீரியா சிறு உறைக் கூட்டுக்குள் அடங்கியிருக்கும். இதைச் சிதல் (spore) நிலை என்பர். இந்நிலையில் இது வறட்சியையும் வெப்பத்தையும் தாங்கிக் கொள்ளும். இவ்வாறு ஓரிரு ஆண்டுகள் இருக்கும். மீண்டும் சூழ்நிலையில் ஏற்படைய மாற்றங்கள் உண்டானால், முன்போல் வாழ்ந்து பல்கிப் பெருகும்.

பாக்டீரியா 1-2-4-8-16-32 என்னும் முறையில் பல்கிப் பெருகிறது. இதன் இனப்பெருக்கத்தை ஆய்வதற்கு ஆய்வகத்தில் வட்டக் கண்ணாடித் தட்டுகளில் அகார் அகார் எனும் கூழில் வளர்ப்பர். 10 மணி நேர வளர்ச்சியில் மெதுவாகவும், பிறகு விரைவாகவும், இறுதியில் மெதுவாகவும் வளர்கிறது. பொதுவாகப் பாக்டீரிய வளர்ச்சிக்கு ஆக்சிஜனும் போதுமான ஈரமும் தேவை. வெப்பம் 37°-43°C இருத்தல் நலம். இதற்கு மிகையானால் பாக்டீரியா இறந்துவிடும். சில பாக்டீரியாக்கள் அதிக வெப்பநிலையிலும் உயிருடனிருக்கும். இவற்றின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற pH 7.4-7.6 ஆகும். pH 6.0க்குக் குறைந்தால் இவை வளரா. பசுலைவிட இரவில் விரைவாக வளரும்.

மேற்கூறிய சூழ்நிலைத் தேவைகளைத் தவிர, நல்ல வளர்ச்சிக்கு வைட்டமின்களும் வேண்டும். பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்கள் அசைவனவாக இருந்தாலும் இவற்றில் ஒரு சில அசையாதவை. நுண்ணோக்கி மூலம் இவற்றின் அசைவுகளைக் காணலாம். இதைப் பிரவுனியன் அசைவு (Brownian movement) என்பர். அசையும் பாக்டீரியாக்களில் குற்றிழைகள் உள்ளன.

பாக்டீரியாக்களில் சில, கேடு விளைவிப்பவை. இவை சுரக்கும் நச்சு நீர், கக்குவான், தொண்டை அடைப்பான் போன்ற நோய்களை உண்டாக்கும். ஒரு சில பாக்டீரியாக்கள் உடலில் புகுந்து பெருகிப் பரவி உறுப்புக்களைத் தாக்குகின்றன. காசநோய்ப் பாக்டீரியா நுரையீரலையும், மெனிங்கோகாக்கஸ் பாக்டீரியா மூளையுறையையும் தாக்குகின்றன. சில வேளைகளில் பாக்டீரியாக்கள் உடலில் புகுந்தவுடன் உடலில் எதிர்ப்பு நீர் சுரக்கும். இதிலிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்ள இவை மெல்லிய ஆனால் உறுதியான உறையைச் சுரந்து அதனுள் தங்கிவிடும். எ.டு: சளிக் காய்ச்சல் பாக்டீரியா நியூமோகாக்கஸ்.



படம் 2. பாக்டீரியாவின் உடல் அமைப்பு திருகு, குச்சி, உருண்டை அமைப்பு

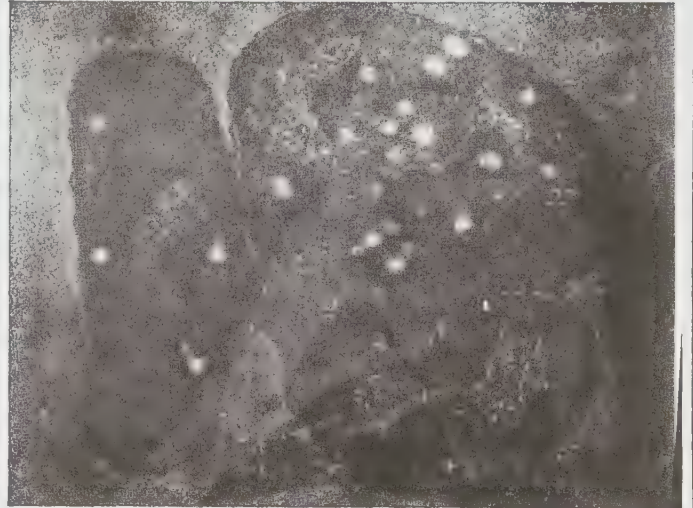
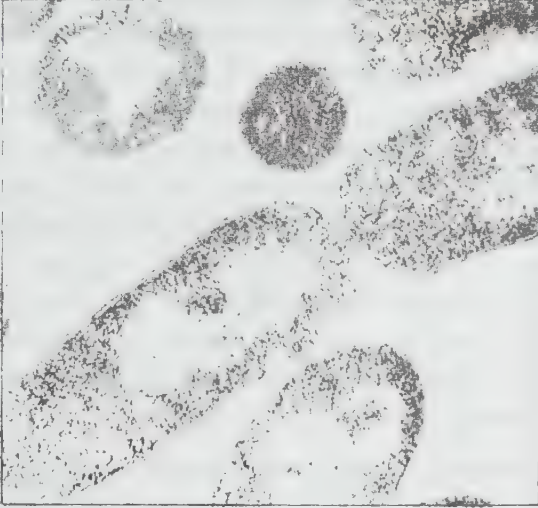


நிலத்தில் வாழும் சில பாக்டீரியாக்கள் நேராகவோ, சுரக்கும் நச்சு நீராலோ, பிற பாக்டீரியாக்களைத் தாக்கும் திறனுடையவை. எ.டு: பூசண வகை, பாக்டீரியாக்களுக்கு எதிரிகளாகும்.

இவை வளரும் தட்டில் பூசண விதை சேர்ந்தால் பாக்டீரியாக்கள் மடிந்துவிடுகின்றன. இதை நன்கு ஆராய்ந்தே ஃபிளெமிங் என்பார் பெனிசிலின் மருந்தைக் கண்டுபிடித்தார். பாக்டீரியாக்களுக்கு மற்றோர் எதிரி பாக்டீரிய விழுங்கி வைரசாகும். பாக்டீரியாக்களில் நலம் விளைவிப்பவை, கேடு தருபவை என இரு வகையுண்டு. பாலைத் தயிராக்குவதும், நில

சூழ்நிலை, வளர்வதற்குத் தேவையான உணவு போன்ற பல தகவல்களையும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். தாவரங்களும் விலங்குகளும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து வாழ்தல் செயல்களோடு இணைந்துள்ளன. வேளாண்மைத் துறையுடன் தொடர்புள்ள பால்பண்ணைத் தொழில், தானியச் சேமிப்பு, திறன் ஆல்கஹால் தயாரித்தல் ஆகியவற்றுக்கும் இந்நுண்ணுயிரிகள் பற்றிய முழுத் தகவல்களும் தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

மண் வளத்தில் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கு. நிலத்தின் மேல் மண்ணின் வளத்துக்கும், பயிர்களின்



படம் 3. பாக்டீரியா நுண்ணுயிரிகள்

வளத்தைப் பெருக்குவதும் நன்மை தரும் பாக்டீரியாவாகும். மனிதருக்கும், விலங்குக்கும் தாவரத்திற்கும், நோய் உண்டாக்குவதும் உணவுப் பொருள்களைக் கெடுப்பதும் தீமை செய்யும் பாக்டீரியாவாகும்.

பாக்டீரியாவும் வேளாண்மையும். உணவுப் பொருளில் உற்பத்தித் திறனை மேம்படுத்த வேளாண்மைத் துறையில் உள்ளோர் மண்வளத்தை அறுதியிடும் பாக்டீரியா, பூசணம், ஒற்றைச் செல் உயிரி ஆகியவற்றின் உருவமைப்பு, அவ்வுயிரிகளில் ஒன்றிற்கொன்றுள்ள தொடர்பு, வாழும்

செழிப்புக்கும், மேல் மண்ணில் பன்னெடுங்காலமாக வளர்ந்து மடிந்த தாவரங்களின் எஞ்சிய உடற்பகுதிகளின் திரட்சியே காரணம். மேல் மண்ணில் மட்கிச் சிதைவுறும் தாவரப் பொருள்கள் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருள்களைத் தருகின்றன. தாவரப் பொருள்களைச் சிதைமாற்றம் செய்பவை பாக்டீரியாக்களேயாகும். இயற்கையில் நிகழும் இச்சிதை மாற்றத்தின் அளவைப் பொறுத்தே மண் வளம் அறுதியிடப்படும். தாவரங்களின் செழிப்பான வாழ்க்கைக்கு மண்வளமும், விலங்குகளின் சிறப்பான வாழ்க்கைக்குத்



தாவரங்களும் அடிப்படை ஆகும். மண்ணின் வளத்துக்கு நுண்ணுயிரிகள் அடிப்படையாகின்றன. இவ்வாறு உயிரிகளானதும் மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிரிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிரிகள் பல்கிப் பெருகுவதுடன், மண்ணில் வேதி மாற்றங்களையும் ஏற்படுத்தி வளம் சேர்க்கின்றன. பொதுவாக மண்ணில் பாறைச் சிதைவால் ஏற்படும் கனிமத் துகள், தாவரம், விலங்கு ஆகியவற்றின் சிதைவால் உண்டாகும் கரிமப்பொருள், நீர்வளிமம் ஆகியவை உள்ளன. சிதைவுற்ற கரிமப் பொருளால் உண்டான கூழ்ம (colloid) நிலைப் படலத்திலும் மண்ணின் கரைசலிலும் இந் நுண்ணுயிரிகள் வாழ்கின்றன. எனவே இந்நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சியும் செயல்களும், மண்ணின் இயற்பிய வேதிக் கூட்டாலும், மண் கரைசலின் இயல்பாலும், மண்ணில் வெப்பநிலையால் ஏற்படும் எதிர்வினையாலும் தாக்கமடைகின்றன.

மண்ணில் நுண்ணுயிரி வகைகள். மண்ணில் தாவர, விலங்கு வகை உயிரிகள் சமமாக இல்லை. விலங்கினங்களில் ஒற்றைச் செல் உயிரி, நூற் புழு, மண்புழு ஆகியவையும் தாவர வகைகளில் பாசி, பூசணம், பாக்டீரியா ஆகியவையும் உள்ளன. இவற்றுள் எண்ணிக்கையில் மிகுந்தவை பாக்டீரியாக்களே. கரிமப் பொருள் மிகுதியான எடையுள்ள சாதாரண உலர் மண்ணில் 2 - 200 மில்லியன் பாக்டீரியாக்கள் இருக்கும். இவற்றால் மண்ணில் நிகழும் செயல்களும் பலவாகும்.

மண்ணிலுள்ள பாக்டீரியாக்களில் தன்னூட்ட வகை (autotrophic), வேற்றுாட்ட வகை (heterotrophic) என இரு வகையுண்டு. தமக்குத் தேவையான உணவைத் தாமே தயாரிப்பவை தன்னூட்ட வகை என்றும், பிற உயிரிகளால் முன்பு தயாரிக்கப்பட்ட பொருள்களைத் தமக்கு உணவாக கொள்பவை வேற்றுாட்ட வகை என்றும் பெயர் பெறும்.

சாறுண்ணிகளாகிய வேற்றுாட்ட வகைப் பாக்டீரியாக்கள் தமக்கு வேண்டிய ஆற்றலுக்கும் புரோட்டோப்பிளாச வளர்ச்சிக்கும், தாவரம், விலங்கு ஆகியவற்றின் உடலிலுள்ள கரிமக் கூட்டுப் பொருள்களைக் கவர்கின்றன. தன்னூட்ட வகைப் பாக்டீரியாக்கள் எண்ணிக்கையிலும் இனங்களிலும் குறைவானவை. இவை தமக்கு வேண்டிய கார்பன் முழுமையும் காற்றிலுள்ள கார்பன் டைஆக்சைடிலிருந்தே எடுத்துக் கொள்கின்றன. இவை வேளாண்மைக்கு மிகவும் இன்றியமையாதவை. இவற்றில் சில பாக்டீரியாக்கள் அம்மோனியாவையும் அம்மோனிய உப்புக்களையும் நைட்ரேட்டுக்களாக

மாற்றுகின்றன. வேறு சில கந்தகத்தையும், கந்தகச் சேர்மங்களையும் சல்பேட்டுகளாக மாற்றுகின்றன.

நைட்ரஜனைத் தம் ஊட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தும் முறையின் அடிப்படையில் வேற்றுாட்ட பாக்டீரியாக்கள் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. போதுமான கார்போ ஹைட்ரேட்டுக்களைத் தமக்கு ஆற்றல் தரும் பொருளாக மாற்றும்போது காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனைச் சேர்மமாக நிலைக்கச் (fixation) செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் அவரையைப் போன்ற (legume) செடிகளின் வேர் முண்டுகளில் வாழ்கின்றன. இவற்றில் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை நிலைக்கச் செய்யும் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்களும், கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நடத்தாத பாக்டீரியாக்களும் அடங்கும். இவையிரண்டும் மண்ணில் நைட்ரஜன் சேர்மங்களைப் பெருக்கி மண் வளத்தை மிகுதிப்படுத்தவும் உதவுகின்றன. தம் வளர்ச்சிக்கும், ஆக்கச் சிதை மாற்றத்திற்கும் கரிமச் சேர்மங்களிலும் கரிமமில்லாத் சேர்மங்களிலும் உள்ள நைட்ரஜனை அடிப்படையாகக் கொண்டு வாழும் பாக்டீரியாக்களின் செயல்முறைகளைக் கொண்டு நால்வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை அம்மோனியாவை நைட்ரைட், நைட்ரேட்டாக மாற்றும் நைட்ரஜன் ஆக்கும் பாக்டீரியாக்கள், புரத்ததைச் சிதைத்து அம்மோனியாவைத் தோற்றுவிக்கும் பாக்டீரியாக்கள், நைட்ரேட்டை நைட்ரைட்டாகவும், அம்மோனியாகவும், தனி நைட்ரஜனாகவும் குறைக்கும் நைட்ரஜன் சிதைவு பாக்டீரியாக்கள், காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனைச் சேர்மமாக்கி நிலைக்கச் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் என்பன.

தாவரவூட்டப் பொருள்களும் பாக்டீரியாக்களும். தாவரங்களின் தொடர்ந்த வாழ்க்கைச் செயல்களால் மண்ணிலுள்ள பாக்டீரியாக்கள் மேல்நிலைத் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய இன்றியமையாப் பொருள்களைத் தொடர்ந்து கிடைக்குமாறு செய்கின்றன. தாவரங்களின் செழிப்பான வளர்ச்சிக்குத் தனிமங்களுடன், கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், சல்பர், பாஸ்பரஸ், கால்சியம், இரும்பு ஆகியவையும் தேவை. ஆனால் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றைப் பெற பாக்டீரியாக்களின் உதவி தேவையில்லை. பிற தனிமங்களின் பாக்டீரியா, பாக்டீரியாக்களின் செயல்களாலேயே தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கின்றன. இவற்றால் சிக்கலான சேர்மங்கள் இடைவிடாமல் சிதைவுற்ற எளிய வேதிப் பொருள்களாகக் குறைவுற்று, மீண்டும் அவை சிக்கலான சேர்மங்களாக மாறுகின்றன. இவ்வாறு தொடர் மாறுதல் சுழற்சி (cycle) எனப்படுகிறது. மண்ணில் நைட்ரஜன் சுழற்சி, கார்பன் சுழற்சி,

பாஸ்பரஸ் சுழற்சி, இரும்புச் சுழற்சி எனப் பல சுழற்சிகள் உள்ளன.

## பாக்டீரியா உண்ணி (மருத்துவம்)

கி.பி.1915 இல் நுண்ணியிரியல் வல்லுநரான டுவார்ட் என்பாரும் கி.பி.1917 இல் டி. ஹென்றி என்பாரும் பாக்டீரியா வளர்ச்சி ஊடகத்தில் பரவும் அழிவு (transmissible lysis) என்னும் கொள்கையைக் கண்டுபிடித்தனர். இந்த வடிகட்டக் கூடிய அழிக்கும் பொருள் பாக்டீரியா வைரஸ் என்றும் பாக்டீரியா உண்ணி (bacterio phage) என்றும் பெயரிடப்பட்டது.

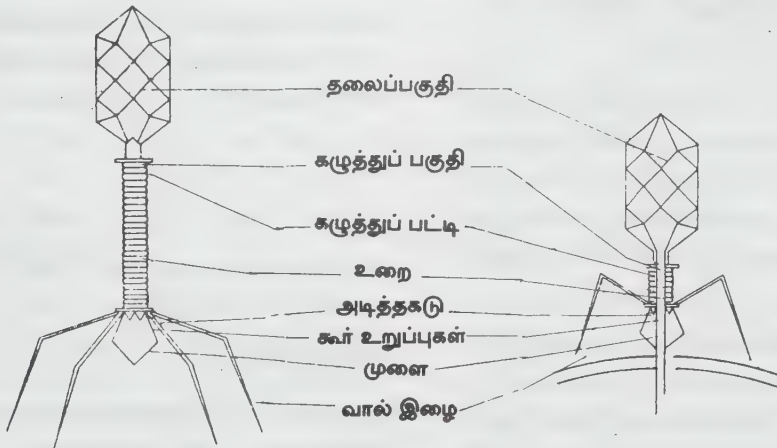
பாக்டீரியா, உண்ணிக்கு மிக நெருங்கிய தொடர்புடைய சூழ்நிலையில் வசிக்கிறது. பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் உண்ணியை எளிதில் கழிவுநீர்ச் சாக்கடையிலிருந்து தனியே பிரித்தெடுக்கலாம். ஆய்வுக் கூடத்தில் பாக்டீரியா உண்ணியை வளர்த்தலும் ஆராய்தலும் எளிதாகையால் செல்களின் வைரஸ் இனப்பெருக்கம்,

மூலக்கூறியலின் உயிர் வேதியல் மரபியல் ஆகியவற்றை நன்கறிய முடிகிறது.

தோற்றம். பாக்டீரியா உண்ணியின் தோற்றம் சிக்கலானது. இது தலைப்பிரட்டை (tadpole) அல்லது ஆண் விந்தணு (sperm) போன்ற வடிவுடையது. ஒவ்வொன்றிற்கும்  $65-10^{-9}$  மீ. தலைப் பகுதியும்  $25-10^{-8}$  மீ. வால் பகுதியும் உண்டு. அறுகோண வடிவமுடைய தலையின் உள் மையப் பகுதி நியூக்ளியிக் அமிலமான டி.ன்.ஏ. மூலக்கூறுகளாலும் புரத உறையாலும் ஆனது. வால் பகுதி சுருங்கும் புரத உறையால் சூழப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதியில் காணப்படும் அறுகோண வடிவமுள்ள அடித்தகடு ஆறு குறுகிய ஆணி போன்ற அமைப்புகளையும் ஆறு நீளமான வால் இழைகளையும் இருபுறமும் கொண்டுள்ளது.

வாழ்க்கைச் சுழற்சி. பாக்டீரியா உண்ணி எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடிய பாக்டீரியாவைத் தாக்குகிறது. இதன் வாழ்க்கைச் சுழற்சி இரு வகைப்பட்டது.

அழிவுச் சுழற்சி (lytic cycle). நச்சுத்தன்மை மிக்க பாக்டீரியா உண்ணி இத்தகைய வாழ்க்கை சுழற்சியில் ஈடுபடுகிறது. இச்சுழற்சியில் கீழ்க்காணும் நிலைகள் காணப்படுகின்றன.



பாக்டீரியா உண்ணி (bacterio phage)

### ஒட்டு நிலை (phase of adsorption).

இந்நிலையின்போது நீர்மச் சூழ்நிலையில் பாக்டீரியா உண்ணி பாக்டீரியாவின் மீது ஒழுங்கற்ற முறையில் மிக வேகமாக மோதுகிறது. ஆனால் பாக்டீரியாவின் மேற்பரப்போடு இணைந்து முழுமையாக்க வல்ல பாக்டீரியா உண்ணி மட்டும் குறிப்பிடக்கூடிய வகையில் பாக்டீரியா வோடு ஒட்டிக் கொள்கிறது. பாக்டீரியாவின் மேற்பரப்பில் ஏற்பிடங்கள் (receptors) உள்ளன. இந்த ஏற்பிடங்களில் பாக்டீரியா உண்ணி இணைந்து ஒட்டிக் கொள்கிறது. பாக்டீரியாவின் செல் சுவர், கசை போன்ற உறுப்பு (flagella), மயிர் போன்ற உறுப்பு (pili) ஆகியவற்றில் ஏற்பிடங்கள் காணப்படுகின்றன.

### உட்புகுநிலை (phase of penetration).

உண்ணியின் வால்பகுதி பாக்டீரியாவின் செல்சுவரோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்போது பாக்டீரியா உண்ணியின் வால் பகுதியில் காணப்படும் மியூரானிடேஸ் என்னும் உயிர் வேதி வினையூக்கி வால் பகுதி ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் இடத்தில் பாக்டீரியாவின் சுவரை அழித்துத் துளையிடுகிறது. அப்போது வால்பகுதியில் உறை சுருங்கவே பாக்டீரியா உண்ணியில் உள்ள டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் பாக்டீரியாவின் செல் சுவரிலுடாகப் பாக்டீரியாவில் உட்புகுகின்றன. எஞ்சிய தலைப்பகுதியும் வால் பகுதியும் பாக்டீரியாவின் சுவருக்கு வெளியே விடப்படுகின்றன. செல்சுவரின் வெளிப்பகுதியில் காணப்படும் இவ்விவரண்டு பகுதிகளும் சேர்ந்து ஒரு எனப்படும். எனவே பாக்டீரியா உண்ணி நியூக்ளியிக் அமிலத்தை பாக்டீரியாவினுள் செலுத்தும் நுண்ணிய பீச்சுக் குழலாக (micro syringe) செயல்படுகிறது.

பாக்டீரியா உண்ணிப் பகுதிகளின் உற்பத்தி நிலை. பாக்டீரியா உண்ணியின் நியூக்ளியிக் அமிலம் பாக்டீரியாவினுள் நுழைந்த பின் நியூக்ளியிக் அமிலத்தை ஒத்த வேறு நியூக்ளியிக் அமிலங்களும் பாக்டீரியா உண்ணியின் புரத மூலக்கூறுகளும் பாக்டீரியாவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

முதிர் நிலை. இந்நிலையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பாக்டீரியா உண்ணியின் உறுப்புகள் ஒருங்கிணைந்து முதிர்நிலை அடைகின்றன. இந்நிலையில் இவை புதிய செல்களை தாக்கும் ஆற்றலைப் பெருகின்றன.

வெளியேறு நிலை. இந்நிலையில் பாக்டீரியாவின் செல் சுவர் பாக்டீரியா உண்ணியில் காணப்படும் மியூரானிடேஸ் உயிர் வேதி வினையூக்கியால் தாக்கப்பட்டு

அழிக்கப்படுகிறது. உடனே உள்ளிருக்கும் முதிர்ச்சியுற்ற புதிய பாக்டீரியா உண்ணி வெளியேற்றப்படுகிறது.

### ஒன்றிசைந்த சுழற்சி (lysogenic cycle).

இத்தகைய வாழ்க்கைச் சுழற்சி முறையைச் சில மித வெப்பப் பாக்டீரியா உண்ணிகள் மேற்கொள்கின்றன. இவை பாக்டீரியாச் செல்லோடு ஒன்றிய உறவை (symbiotic relationship) மேற்கொள்கின்றன. பாக்டீரியா, செல்லுக்குள் நுழைந்தவுடன் இவற்றின் நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் பாக்டீரியாவின் குரோமோசோம்களோடு தொடர்பு கொள்கின்றன. இது மறைமுகப் பாக்டீரியா உண்ணி (prophage) எனப்படும். இப்பாக்டீரியா உண்ணி பாக்டீரியா தாக்காமல் அதனோடு சேர்ந்து பெருகுகிறது. பாக்டீரியா பெருகும்போது சில வேளைகளில் தானாகவே இந்த மறைமுகப் பாக்டீரியா நச்சுத்தன்மை மிக்க பாக்டீரியா உண்ணியாக மாறுகிறது. அப்போது இது செல்லை அழிக்கத் தொடங்குகிறது. சில வேளைகளில் ஹெட்ரஜன் பெராக்க்சைடு, நைட்ரஜன் மஸ்டார்டு போன்ற வளிமங்களும் புற ஊதாக்கதிர்களும் இத்தகைய அழிவுச் செயலைத் தொடக்கி விடுவதுண்டு. ஒன்றிய சுழற்சியை மேற்கொள்ளும் பாக்டீரியா உண்ணியைக் கொண்டிருக்கும் எந்தப் பாக்டீரியாவும் அதே இனத்தைச் சேர்ந்த பாக்டீரியா உண்ணியால் தாக்கப்படுவதை எதிர்க்கும் திறன் வாய்ந்தது.

பாக்டீரியா உண்ணியை நீர்மப் பாக்டீரியா வளர்ச்சி ஊடகங்களில் எளிதாகக் கண்டுபிடிக்க முடியும். இப்பாக்டீரியா உண்ணியை மேற்கூறிய வளர்ச்சி முறையில் சேர்த்தால் குறிப்பிட்ட அடைக்காப்புக் காலத்திற்குப் (incubation period) பிறகு பாக்டீரியா குழுக்கள் (bacterial colonies) அழிக்கப்பட்டுள்ளமையைக் காணலாம்.

ஜே. தங்கா

சு. கோமதி

எஸ். கணபதி சுந்தரம்

### பாக் நீர்ச்சந்தி

இது வங்கக் கடலில், இந்தியாவின் தென்கிழக்குப் பகுதிக்கும் இலங்கையின் வட பகுதிக்கும் இடையே உள்ள கடற்பகுதியாகும். இதன் தெற்கு எல்லையாக இராமேஸ்வரம் தீவும், சேது அணை எனப்படும் நீரில் மூழ்கிய மணல் மேடும், மன்னார் தீவும் உள்ளன. இது 85 கி.மீ. நீளமும் 64-137 கி.மீ. அகலமும் கொண்டது.



சிறுநாறுகள் சிலவும், வைகை நதியும் இதை வந்தடைகின்றன. இலங்கையின் வடபகுதியைச் சார்ந்த பல தீவுகள் இந்நீர்ச்சந்தியில் உள்ளன. முதன்மைத் துறைமுகமான யாழ்ப்பாணத்திற்கும், தமிழ்நாட்டிற்கும் உள்ள வணிகப் போக்குவரத்து இதன் வழி நடைபெறுகிறது. இந்நீர்ச்சந்தியின் தெற்குப்பகுதி பாக் விரிகுடா எனப்படும்.

எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

## பாகல்

பூசணி வகையைச் சேர்ந்த இதற்குப் பாகற்காய், பாகல்காய், காரவல்லி என்று பல பெயர்கள் உண்டு. இதன் தாவரவியல் பெயர் மொமார்டிகா செரன்ஷியா (Momordica charantia) என்பதாகும். இது இந்தியா, இந்தோனேஷியா, மலேயா, சிங்கப்பூர், சீனா ஆகிய நாடுகளில் பெருமளவில் சாகுபடியாகிறது.

வளரியல்பு. இது ஒரில்ல (monoecious) ஒரு பருவ ஏறு கொடியாகும். இதைப் பந்தலில் ஏற்றியோ வேலிகளில் படர விட்டோ வளர்ப்பதுண்டு. சில சமயங்களில் மரக்கொப்புகளை ஊன்றியும் வளர்ப்பது வழக்கம். இதன் கொடி பச்சையாக இருக்கும். தண்டு 5 பக்கங்களையும் வரிவரியாக நீள் பள்ளங்களையும் (furrows) பெற்றிருக்கும். பற்று கம்பிகள் (tendrils) கிளைக்காமல் நுனியில் இரண்டாகப் பிளந்திருக்கும். இலைகள் கை வடிவில் உண்டாகி 5-9 மடல்களாகப் பிரிந்திருக்கும். இலையின் குறுக்களவு 5-17 செ.மீ. ஆகும். பூக்கள் இலைக் கோணங்களில் தனியாக 3 செ.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டவை. எடுப்பான தோற்றத்துடன் கம்பற்ற பூ வடிவச் செதில் நீண்ட மெல்லிய மஞ்சரித்தண்டில் உண்டாகியிருக்கும். புல்லி வட்டம் 5 மடல்கள் கொண்டிருக்கும். அல்லி வட்டம் சுழற்றி முறையில் (rotate) பூவின் அடி வரை பிரிந்திருக்கும்.

அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். இவை 1.5-2.0 செ.மீ. நீளமிருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் 3 உண்டு. மகரந்தத் தாள்கள் தனித்தனியாயிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்திருக்கும். சூலகமுடி மூன்றும் இரண்டிரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும். கனி தொங்கும் தன்மையது. இது 5-25 செ.மீ. நீளத்தில் சுருட்டு வடிவில் (fusiform) இருக்கும். பிஞ்சுக்காயும் பச்சையாக இருக்கும். காய் பழுத்தால் மஞ்சளாக இருக்கும். கனிச்சதை சிவப்பாக மாறிவிடும். எண்ணிலடங்கா விதைகள் 1-1.5 செ.மீ. நீளத்திலும் பழுப்பு

நிறத்திலும் சிவப்பு நிறப் (scarlet) பத்திரியைக் (aril) கொண்டிருக்கும்.

வகை. பாகலில் பூசாதோமொசுமி, கல்யாணப்பூர் பரமாசி, கோயம்புத்தூர் ஓயிட்லாங், மதுரை-1, கோ.1 என்பவை மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க வகைகளாகும்.

சாகுபடி முறை. பாகல் கொடியின் வயது 120-150 நாள்களாகும். ஜூன்-ஜூலை மற்றும் ஜனவரி-பிப்ரவரி மாதங்களில் பொதுவாகப் பாகல் விதைக்கப்படுகிறது. 1 ஹெக்டேர் பரப்பில் விதைப்பதற்கு 2.5 கி.கி. விதை போதுமானது. விதைகளை 2.5x2.5மீ. இடைவெளியில் 45x45x45 செ.மீ. அளவுள்ள குழிகளில் விதைக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு குழியிலும் 10 கி.கி. தொழு உரம் இட வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு 20 கி.கி. தழைச்சத்து, 30கி.கி. மணிச்சத்து, 60கி.கி. சாம்பல்சத்து உரமும் அடியுரமாகக் கலக்க வேண்டும். குழியில் நீர் பாய்ச்சிய பின் விதைகளை ஊன்ற வேண்டும். குழிக்கு 5 விதைகள் வீதம் ஊன்றி 15 நாள்களுக்குப் பின் குழிக்கு 3 நல்ல செடி வீதம் விட்டு ஏனையவற்றைக் களைந்து விட வேண்டும். விதைமுளைத்த பின் வாரம் ஒரு முறை நீரைப் பாய்ச்ச வேண்டும்.

பாகல் கொடிகளைக் குச்சி நட்டு 2 மீ. உயரத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள பந்தலில் ஏற்றிவிட வேண்டும். குழியிலுள்ள களை, புற்களை 3 முறை எடுத்தல் வேண்டும். இப்பயிரில் பூக்கள் உண்டான பின் எத்திரல் 100பிபிஎம் வீரிய மருந்தை (100 மி.கி.வீரிய மருந்துப் பொருள், 100 மி.லி.நீர்) 10-15 நாள்கள் இடைவெளியில் 4 முறை தெளிக்க விளைச்சல் உயரும். இப்பயிரில் வண்டு, காய் ஈ, அசுவுணி ஆகியன தோன்றக்கூடும். இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு மாலத்தியான் அல்லது டைமெத்தோயேட் (2 மி.லி.நீர்) மருந்தையோ மெத்தில் டெமெட்டான் அல்லது ஃபெந்தியான் (1 மி.லி./1லி.நீர்) மருந்தையோ தெளிக்கவேண்டும். சிலந்தியையும் சாம்பல் நோயையும் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 1 லி. நீருக்கு 2 கிராம் வீதம் நனையும் கந்தகம் மருந்தைக் கரைத்துத் தெளிக்க வேண்டும். DDT, BHC போன்ற மருந்துகள் இதன் இலை, கொடிகளைக் காய வைக்கும். எனவே இவற்றைப் பாகல் கொடியின் மீது தெளிக்கவோ தூவவோ கூடாது. விதைத்த 60 நாள்களிலிருந்தே முதிர்ந்த காய்களை அறுவடை செய்யலாம்.

பயன். இது உணவாகப் பயன்படும். குளிர்ச்சியைத் தரும் பண்பையும், மலம் இளக்கும் தன்மையையும், பசியைத் தூண்டும் இயல்பையும், காய்ச்சலைக் குறைக்கும் சிறப்பையும் கொண்டது. காலரா நோய்க்குப் பாகல் சாறு



1. தழைத்தொகுதி

2. ஆண் பூ நீள் வெட்டுத் தோற்றம்

3. பெண் பூ நீள் வெட்டுத்தோற்றம்

4. காய்

5. காயின் நீள் வெட்டுத்தோற்றம்

6. காயின் குறுக்குவெட்டுத்தோற்றம்

7. விதை

உதவும். வயிற்றுப்புசத்தையும், கல்லீரல் மற்றும் கண்ணோய்களையும் அகற்ற வல்லது. பக்க வாதத்தையும் மேகவெள்ளை நோயையும் (gonorrhoea) குணமாக்கக் கூடியது. வெந்தயச் சாற்றுடன் பாகல்காய்ச் சாற்றைக் கலந்து காலையில் உணவுக்கு முன் குடித்துவர நீரிழிவு நோய் (diabetes) குணமாக உதவும். இதற்குப் பாகல் காயைக் கொட்டையுடன் சேர்த்து உண்ண வேண்டும். பாகல்காய் சாற்றுடன் எலுமிச்சம் பழச் சாற்றைக் கலந்து காலை வேளைகளில் அருந்தி வரக்குருதி தூய்மையடையும். தோல் நோய்களான சொறி, சிரங்கு ஆகியவையும் குணமாகும். ஒரு குவளை பாகல் சாற்றுடன் ஒரு தேக்கரண்டி தேனைக் கலந்து அருந்த, நீண்டகால மார்புச்சளி, காசநோய், குருதிச்சோகை, மலச்சிக்கல், குடல்நோய் ஆகியன நீங்கும். சிறு காயங்கள், தீப்புண் ஆகியவற்றின் மீது பாகல் காய்ச் சாற்றைத் தடவித் தொற்று நீக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம். கை, கால் வலிப்பு நோயால் உணர்ச்சியின்றி இருப்பவர்களுக்குப் பாகல் பழச் சாற்றையும் இஞ்சிச் சாற்றையும் சம அளவில் கலந்து சில துளிகளை மூக்கில் பிழிந்தால் உடனே உணர்வு திரும்பும்.

பாகல் இலை, பாகல் பழம் ஆகியவற்றைச் சமமாக எடுத்துச் சாறு பிழிந்து 15-30 மி.லி. காலையில் உணவுக்கு முன் தொடர்ந்து 40-50 நாட்கள் அருந்திவரின் மூல நோய், கல்லீரல், மண்ணீரல் நோய் நீங்கும். பாகல் பழம், தூதுவேளை இலை ஆகியவற்றைச் சமஅளவு எடுத்து சாறு பிழிந்து நாள்தோறும் 25-50 மி.லி. சாற்றை ஆட்டுப்பாலில் கலந்து தொடர்ந்து 20-30 நாட்கள் அருந்திவரின் இருமல், ஆஸ்துமா போன்ற நோய்கள் குணமாகும். குழந்தை களுக்குப் பேதியாக ஒரு தேக்கரண்டி பாகல் இலைச் சாற்றைக் கொடுக்கலாம். மூலநோயால் குருதி ஒழுக்குள்ள வர்கள் ஒவ்வொரு நாளும் காலையில் 30 மி.லி. பாகல் இலைச்சாற்றை மோருடன் கலந்து குடித்துவரின் பயன் விளையும். பாகல் இலைச்சாற்றுடன் வெந்நீர் கலந்து கொடுக்க வயிற்றுப்புழுக்கள் அழியும். பழுக்காத பாகல் இலையுடன் மிளகைச் சேர்த்து மடித்து விழுங்க குருதிக் கசியும், சீதபேதியும் குணமாகும். கால் எரிச்சலுக்குப் பாகல் இலைச்சாற்றைத் தடவலாம். இலைக்கு மாலைக்கண் நோயைக் குணமாக்கும் தன்மையும் உண்டு. இலையுடன் மிளகைச் சேர்த்து அரைத்துக் கண்களைச் சுற்றிப் பற்றுப் போட்டு வர மாலைக்கண், கண் உறுத்தல், கண்ணீர் வடிதல் ஆகியன குணமாகும்.

**கோ.அர்ச்சுனன்**

## பாகியல்

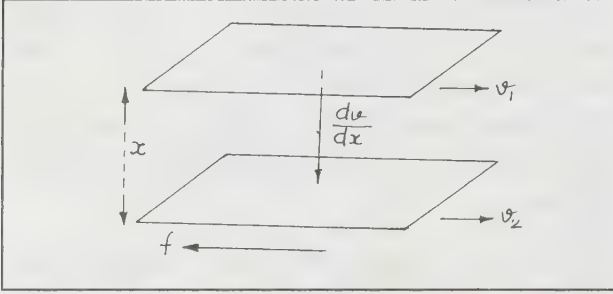
ஒரு வளிமம் அல்லது நீர்ம அமைப்பில் ஒரு முறுக்கத் தகைவைச் செலுத்தும்போது, வளிமம் அல்லது நீர்மப் பாய்வுக்கு ஒரு தடை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. வளிமம் அல்லது நீர்மம் தோற்றுவிக்கும் இந்த இழுப்பு விசை பாகியல் (viscosity) எனப்படும். பாயும் அமைப்பில் வெவ்வேறு படலங்களின் திசைவேகங்கள் வெவ்வேறாக இருக்கும்போது அவற்றுக்கு இடையில் தோன்றும் உராய்வு விசைகளின் ஓர் அளவாகப் பாகியலை விளக்கலாம். பாய்மங்களைப் பொறுத்தவரை பாகியலின் பொருளும், செயல்பாடும் நன்கு வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அடுக்குத் தளங்களாகவோ, அருவிச் கோட்டியகத்திலோ, பாய்மம் பாயும்போது அதன் A பரப்புள்ள படலங்களுக்கு இடையில்  $dv/dx$  என்னும் திசைவேகச் சரிவைப் பராமரிப்பதற்குத் தேவையான விசை f எனில்,  $f = \eta A(dv/dx)$  என நியூட்டன் நிறுவியிருக்கிறார். இதில் உள்ள விகித மாறிலியான  $\eta$  பாகியல் எண் எனப்படுகிறது. அதன் பரிமாணங்கள் நிறை/நீளம் x நேரம். செ.மீ. - கிராம் - நொடி அளவுத்திட்டத்தில் அது பாய்ஸ் (poise) என்னும் அலகால் அளக்கப்படும் (ஒரு பாய்ஸ் = ஒரு கிராம்/செ.மீ. நொடி).

பாய்மத்தின் பாய்வுத் திசைக்குச் செங்குத்தாக அலகு திசைவேகச் சரிவைப் பராமரிப்பதற்கு அலகு பரப்பில் செலுத்தப்பட வேண்டிய விசையாகவும் பாகியல் எண்ணை வரையறுக்கலாம். அனைத்து நாட்டு அலகு திட்டத்தில் பாகியல் கி.கி / மீ/நொடி என்னும் அலகால் அளக்கப்படுகிறது. அது 10 பாய்சுக்குச் சமம். எளிய வளிமங்களின் பாகியல் எண் படித்தர வெப்பநிலையிலும் (273 கெல்வின்) அழுத்தத்திலும் (101,325 பாஸ்கல்), 100-200 மைக்ரோ பாய்ஸ் அளவில் உள்ளது. அதே சூழ்நிலைகளில் உள்ள எளிய நீர்மங்களின் பாகியல் எண்கள் 200-400 மைக்ரோ பாய்ஸ் இருக்கும். தண்ணீர், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு, எத்தில் ஆல்கஹால் போன்ற எளிய நீர்மங்களும், ஏனைய வளிமங்களும் பாயும் விதத்தை மேற்கூறிய நியூட்டன் சமன்பாட்டின் உதவியால் துல்லியமாக விவரிக்க முடியும். இப்பாய்மங்கள் நியூட்டோனியன் பாய்மங்கள் எனப்படும். மரப்பிசின், ஜெலாட்டின், களிமண் ஆகியவற்றின் நீர்க் கரைசல்களின் பாகியல் பண்புகள் அவற்றின் மேல் செலுத்தப்படும் சறுக்கத் தகைவுகளின் அளவையும், அவற்றின் முன் வரலாற்றையும் பொறுத்து மாறக்கூடியவை. எனவே அவை நியூட்டோனியன் அல்லாத பாய்மங்கள் ஆகும். நீர் விரும்பும் கரைசல்கள் (hydrophilic sols) நீர் அடங்கிய விரிவான வலையமைப்புகளாகப் பல சமயங்களில் உருவெடுப்பதுண்டு. சறுக்கு



தகைவுகள் தோன்றும் போது அவற்றின் கட்டமைப்பு குலைந்துவிடுவதால் அவை நியூட்டோனியன் அல்லாத வையாகக் கருதப்படுகின்றன.

பாகியல் எனப்படும் உள்ளிட உராய்வு, வெவ்வேறு திசைவேகங்களுடன் இணையான திசையில் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் படலங்களுக்கு இடையில், மூலக்கூறு மோதல்களால் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் நிகரமான உந்தமாகும். இச்செயல்முறையின்போது திசையொழுங்குள்ள பாய்மப் பாய்வு ஆற்றல், தன்னிச்சையான வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டுவிடுகிறது. கெட்டிக் கோள மூலக்கூறுகள் அடங்கியதாகக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்பட்ட ஒரு வளிமத்தின் பாகியலுக்கும் அதன் மூலக்கூறுகளின் சராசரித் திசைவேகத்திற்கும் இடையில் ஓர் உறவை நிறுவுவதில் வளிமங்களின் இயக்கக் கொள்கை வெற்றி பெற்றிருக்கிறது.



**படம் 1. நீர்மங்களில் அடுக்குப் படலங்களின் இடையில் பாகியல் சறுக்கல்**

படம் 1இல் ஒன்றுக்கொன்று இணையான ஒரே திசையில் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் இரண்டு படலங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றுக்கு இடையிலான தொலைவு, மூலக்கூறுகளின் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவுக்குச் ( $\lambda$ ) சமமாக இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இந்தத் தளங்கள்  $V_1$ ,  $V_2$  என்னும் திசைவேகத்துடன் நகர்ந்து கொண்டுள்ளனவாகக் கருதலாம். அவற்றில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் சராசரி நிறை  $m$  எனில் அந்தப் படலங்களில் அவற்றின் உந்தங்கள்  $mv_1$ ,  $mv_2$  என இருக்கும். படலங்களின் சார்புத் திசை வேகம் காரணமாக இரண்டுக்கும் இடையில் அலகு நேரத்தில் நிகரமாக  $1/3 A n \bar{c} (mv_1 - mv_2)$  என்னும் உந்தம் மாற்றப் படுகிறது. இதில்  $A$  என்பது படலங்களின் பரப்பளவு.  $n$  என்பது அலகு பருமத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.  $\bar{c}$  என்பது மூலக்கூறுகளின் சராசரித் திசைவேகம்; அது  $\sqrt{8KT/\pi m}$ -க்குச் சமம். இதில்  $K$  என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி.  $T$  என்பது தனி வெப்பநிலை. வளிமத்தின் அடர்த்தி  $P = mn$ . பாய்மங்களில் தோன்றும் சறுக்க விசையை எதிர்க்கிற பின்னிழுப்பு விசை  $f = 1/3 A P \bar{c} (dv/dx)\lambda$

என வருகிறது. இச்சமன்பாட்டையும் நியூட்டன் சமன்பாட்டையும் இணைத்து  $\eta = 1/3 \bar{c} P \lambda$  என்னும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம். சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு  $\lambda = (n \cdot \sqrt{2} \pi d^2)^{-1}$  ஆகும். இதில்  $d$  என்பது ஒரு மூலக்கூறின் சராசரி விட்டம்; இதிலிருந்து  $\eta = m \bar{c} / 3 \sqrt{2} \pi d^2$  என்னும் சமன் பாட்டை வருவிக்கலாம். மேலும் செம்மை செய்யப்பட்ட கணக்கீட்டு முறைகளைப் பயன்படுத்தினால் கெட்டிக் கோள வளிமங்களுக்கு  $\eta = 0.499 m \bar{c} / \sqrt{2} \pi d^2$  என்னும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது. இதிலிருந்து வளிமங்களின் பாகியல், அழுத்தத்தைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கவில்லை என்பது தெரிகிறது. ஏனெனில் அழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு குறையவும், அடர்த்தி அதே விகிதத்தில் அதிகரிக்கவும் செய்கின்றன. எனவே அவற்றால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்து விடுகின்றன.

ஓரளவு உயர்ந்த அழுத்தம் வரை இக்கூற்று சரியாக இருப்பதாக ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. மேலும் வளிமங்களின் பாகியல் எண்  $\sqrt{T}$ -க்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாக மேற்காணும் சமன்பாடு காட்டுவதை ஆய்வுகளும் ஓரளவு உறுதிப்படுத்துகின்றன. எனினும் மெய் வளிமங்களின் பாகியல் மேற்காணும் சமன்பாடு காட்டுவதைவிடக் கூடுதலான அளவில் வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருப்பதாகவும் அவ்வளிமங்களின் மூலம் தெரிகிறது. மெய்யான வளிம மூலக்கூறுகள் கெட்டிக் கோளங்களாக இல்லாததே இம்முரண்பாட்டுக்குக் காரணம். மேற்காணும் சமன்பாடு மூலக்கூறுகளின் விட்டங்களைக் கணக்கிடுவதில் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அவ்வாறு கிடைக்கும் மதிப்புகள் முற்றிலும் சரியானவை எனக் கூற முடியாது. மூலக்கூற்றுத் திசை விலகல், நிலைச் சமன்பாடு, எலெக்ட்ரான் விளிம்பு விலகல் போன்ற முறைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மூலக்கூற்று விட்டங்களுக்கும் பாகியல் முறையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவற்றுக்கும் இடையில் சிறிதளவு முரண்பாடுகள் இருக்கவே செய்கின்றன. இந்த வெவ்வேறு முறைகள் உண்மையான மூலக்கூறுகளின் அழுத்தப்பரப்பின் வெவ்வேறு பகுதிகளை ஆராய்வதே இதற்குக் காரணம்.

எளிய நீர்மங்களின் பாகியல் வெவ்வேறு படலங்களுக்கு இடையில் உந்தப் பரிமாற்றம் ஏற்படுவதே காரணம். ஆனால் நீர்மங்களில் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு என்பது பொருளற்றது. எனவே வளிமங்களுக்கு உள்ளதைப் போன்ற எளிய பாகியல் சமன்பாடு நீர்மங்களுக்கு அமையவில்லை. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது எளிய நீர்மங்களின் பாகியல் எண் குறைகிறது. வளிமங்களுக்கு இருப்பதைவிட நீர்மங்களின் பாகியல் எண்ணில் வெப்பநிலையால் ஏற்படும்

பாதிப்பு கூடுதலாக உள்ளது. எளிய நீர்மங்களின் பாகியல் எண்களின் வெப்பநிலைச் சார்புத்தன்மை வளிமங்களின் இயக்கக் கொள்கையுடன் எளிய தொடர்பு எதையும் கொண்டிருக்க வில்லை.  $\eta = A \exp.(B/RT)$  என்னும் விதியைப் பொதுவாக நீர்மங்கள் பின்பற்றுகின்றன. இதில் A, B ஆகியவை நீர்மத்தின் தனிப்பண்புகளான துணை அலகுகள். இவை குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை நெடுக்கங்களில் ஓரளவு மாறிலிகளாக இருக்கின்றன. R என்பது 8.314 ஜூல்/மூலக்கூறு/கெல்வின் என்ற வளிம மாறிலி. மேற்காணும் சமன்பாடு பிழையுள்ள படிக நிலையில் காணப்படும் போக்குவரத்துப் பண்புகளுக்கான சமன்பாட்டை ஒத்த வடிவமுள்ளதாக இருக்கிறது.

பிழையுள்ள படிக நிலையில் ஓர் எளிய வெப்பநிலையால் தூண்டப்படும் செயல்முறை நிகழ்வதாகப் பொதுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு இரு வகை நிகழ்வுகளும் ஒரே வகையான வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருப்பதன் காரணமாக நீர்ம நிலையிலும் காலியிடங்கள் இருக்கக்கூடும் என்ற கருத்து கடந்த காலத்தில் வெளியிடப்பட்டது. இக்காலியிடங்கள் பிழையுள்ள படிகங்களில் காணப்படும் காலியிடங்களை ஒத்தவை எனக் கருதப்பட்டது. நீர்மத்தில் மூலக்கூறுக்குச் சமமான பரிமாணமுள்ள ஒரு காலியிடத்தைத் தோற்றுவித்து அண்மையிலுள்ள ஒரு மூலக்கூறை நகர்த்தி அந்தக் காலியிடத்தில் அமர வைக்கத் தேவையான ஆற்றலின் அளவாக, B இனம் காணப்பட்டது. ஆனால் இத்தகைய காலியிடக் கொள்கைகள் அளவுக்கு மீறிய எளிய தன்மை கொண்டவை என்பது இன்று உணரப்பட்டிருக்கிறது. நீர்மங்களில் நிகழும் விரவலைப் போலப் பாகியல் பாய்வும் மிகுதியான மூலக்கூறுகள் பங்கு கொள்ளும் மிகவும் சிக்கலான ஒரு செயல்முறை எனக் கருதப்படுகிறது.

நீர்மங்கள், வளிமங்கள் ஆகியவை அழுத்தத்தைப் பொறுத்து முற்றிலும் வேறுபட்ட தன்மைகளில் செயல்படுகின்றன. அடர்த்தி குறைவாயிருக்கும்போது வளிமங்களின் பாகியல் எண் அழுத்தத்தைப் பொறுத்திருப்பதில்லை. ஆனால் மிக உயர்ந்த பாய்ம நிலையியல் அழுத்தம் நீர்மங்களின் பாகியல் எண்ணைப் பொதுவாகக் கூடுதலாக்குகிறது. சில சமயங்களில் இந்த அதிகரிப்பு கணிசமாகவும் உள்ளது. ஆனாலும் படலப் பாய்வு நிலையில் எளிய நீர்மங்களின் பாகியல் செயல்பாடுகளை நியூட்டன் சமன்பாடு துல்லியமாகவே விவரிக்கிறது. சறுக்கப் பாய்வு செய்யும் படலங்களுக்கிடையில் ஏற்படும் உந்தப் பரிமாற்றத்தில் உயர்ந்த அளவில் சக உறவு கொண்ட மூலக்கூற்று இயக்கங்கள் பங்கு கொள்ளுமென ஊகிக்கப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட ஆரமுள்ள குழாய்களில் நீர்மம் பாயும்போது படலங்களின் சறுக்கத் திசைவேகம் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதான அளவுக்கு மேல் செல்லுமானால் அருவிக் கோட்டியக்கம் மறைந்து கலங்கிய பாய்வு தோன்றுகிறது. r ஆரமுள்ள ஒரு குழாயில்  $2rpv/\eta$  என்னும் ரெனால்ட் (Reynolds) எண் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்புக்கு மேல் அதிகரித்தால் கலங்கிய ஓட்டம் தோன்றிவிடும். சாதாரண நீர்மங்களுக்கு அந்த மதிப்பு தோராயமாக 2000 ஆக உள்ளது.

பாகியல் எண்ணை அளவிடுதல். குறுகிய ஆரமுள்ள குழாய்களில் பாயும்போது வளிமங்கள், நீர்மங்கள் ஆகிய இரண்டுக்குமே உள்ள அடுக்குப் படலப் பாய்வை

$$\eta = \pi (p_1 - p_2) r^4 t / 8 v l$$

என்னும் பாய்வு சமன்பாடு விளக்குகிறது. இதில்  $\eta$  என்பது பாய்சில் அளக்கப்படும் பாய்மப் பாகியல் எண். r என்பது குழாயின் ஆரம். l என்பது குழாயின் நீளம்.  $p_1 - p_2$  என்பது குழாயின் இரு முனை களுக்கும் இடையில் உள்ள அழுத்த வேறுபாடு. v என்பது t நொடியில் குழாயின் வழியாகப் பாயும் பாய்மத்தின் பருமன். குழாய்ச் சுவரை ஓட்டியுள்ள பாய்மப் படலம் அசையவில்லை என்னும் கற்பித்ததின் அடிப்படையில் பாய்சுவிலியின் சமன்பாடு வருவிக்கப் பட்டிருக்கிறது. வளிமங்கள், நீர்மங்கள் ஆகியவற்றின் சார்பிலாப் பாகியல் எண்ணைக் கணக்கிடுவதற்குப் பாய்சுவிலியின் சமன்பாடு ஓர் அடிப்படையாக உள்ளது.

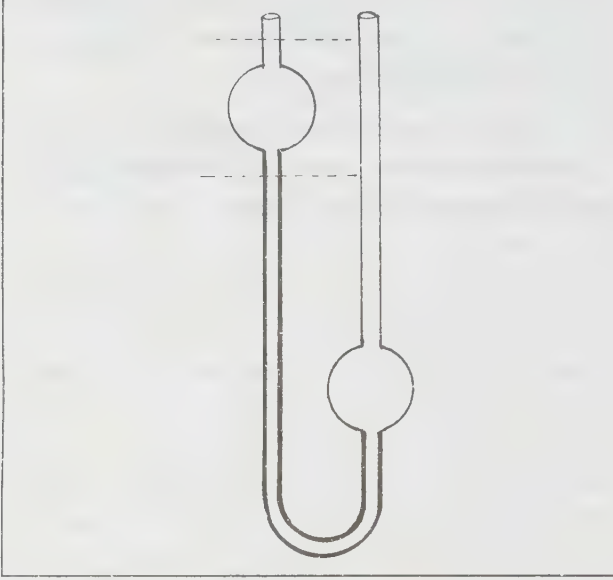
நீர்மங்களின் பாகியல் எண்களை ஒப்பிடுவதற்கு ஆஸ்ட்வால்ட் பாகியல் அளவி அல்லது விழும் கோளப் பாகியல் அளவி உதவுகிறது. ஆஸ்ட்வால்டின் கருவியில் (படம்.2) ஒரு நாமக் குழாயின் இரு புயங்களில் இரண்டு குமிழ்கள் உள்ளன. குமிழ்களுக்கு நடுவிலுள்ள பகுதி நுண்துளைக் குழாயாக அமைந்துள்ளது. மேலே உள்ள குமிழுக்குள் நிரம்புமாறு நீர்மம் உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. அதற்கு மேலும் கீழும் இரண்டு குறிகள் இடப்பட்டிருக்கின்றன. நீர்ம மட்டம் மேலேயுள்ள குறியிலிருந்து கீழேயுள்ள குறியை அடைய ஆகும் நேரம் துல்லியமாக அளவிடப்படுகிறது.  $\eta_1, \eta_2$  ஆகிய பாகியல் எண்ணும்,  $d_1, d_2$  ஆகிய அடர்த்தியும் கொண்ட இரண்டு நீர்மங்களுக்கு இந்த நேரம்  $t_1, t_2$  எனில்

$$\eta_1 / \eta_2 = d_1 t_1 / d_2 t_2$$

இரண்டு நீர்மங்களில் ஏதாவது ஒன்றின் பாகியல் எண் தெரியுமானால், மேற்காணும் சமன்பாட்டிலிருந்து ஏனைய நீர்மத்தின் பாகியல் எண்ணைக் கணக்கிட்டுவிடலாம்.



பாகியல் எண்ணை அடர்த்தியால் வகுத்தால் கிடைப்பது, இயக்க வடிவியல் (kinematic) பாகியல் எண்ணப்படுகிறது. அது செ.மீ. - கிராம் - நொடி அளவு முறையில் ஸ்டோக்ஸ் என்னும் அலகாலும் அனைத்து நாட்டு அலகு முறையில் மீ<sup>2</sup>/நொடி என்ற அலகாலும் அளக்கப்படும். ஒரு



படம் 2. ஆஸ்வால்ட் பாகியல் அளவி

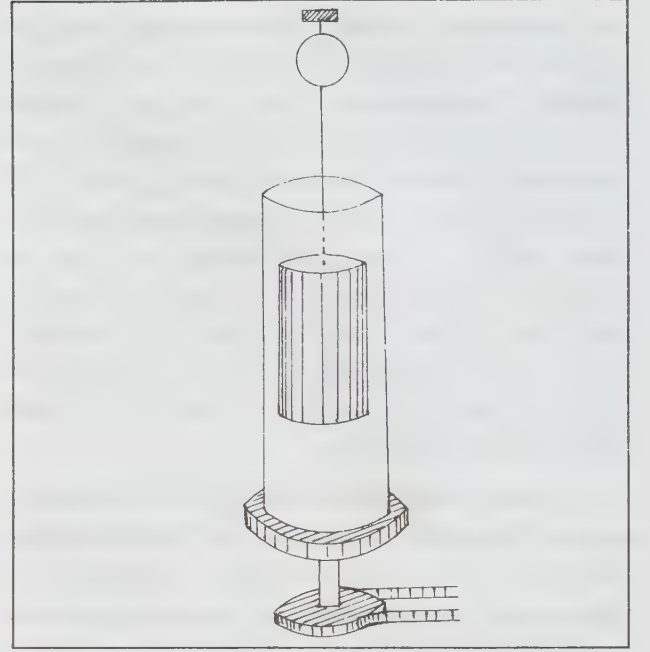
ஸ்டோக்ஸ்=செ.மீ<sup>2</sup>/நொடி. ஸ்டோக்ஸின் விழும் கோள முறையில் ஒரு சீரான உலோகக் கோளம் ஒரு உயர்ந்த பாகியல் எண்ணுள்ள நீர்மத்தின் ஊடாகத் தன்னிச்சையாக விழும்படிச் செய்யப்படுகிறது.  $\eta$  என்னும் பாகியல் எண்ணுள்ள ஓர் எல்லையற்ற ஊடகத்தின் வழியாக  $r$  என்னும் ஆரமுள்ள ஒரு கோளம்  $v$  என்னும் சீரான திசைவேகத்துடன் விழும்போது அதன் மேல் செயல்படும் உராய்வு விசை  $f=6\pi\eta vr$  என ஸ்டோக்ஸ் கண்டுபிடித்தார். இவ்விசை கோளத்தின் மேல் செயல்படும் நிகரமான புவியீர்ப்பு விசைக்குச் சமமாக இருக்கும். கோளத்தின் அடர்த்தி  $d_1$ , பாய்மத்தின் அடர்த்தி  $d_2$  எனில்

$$f = \frac{4}{3} \pi r^3 (d_1 - d_2)/g.$$

இவ்விரு சமன்பாடுகளையும் இணைத்தால் பாய்மத்தின் தனிப்பாகியல் எண்ணை

$$\eta = 2gr^2(d_1 - d_2)/qv$$

என்னும் சமன்பாடு அளிக்கும். ஒரு பொருள் பாகியல் தன்மையுள்ள ஓர் ஊடகத்தின் வழியாக விழும்போது ஓர் உராய்வு விசை அதன் இயக்கத்தை எதிர்க்கிறது. அதை ஒட்டியுள்ள ஊடகப்படலம் அதன் கூடவே நகர்வதும் தொலைவில் உள்ள படலங்கள் அசையாமலிருப்பதும் ஒரு



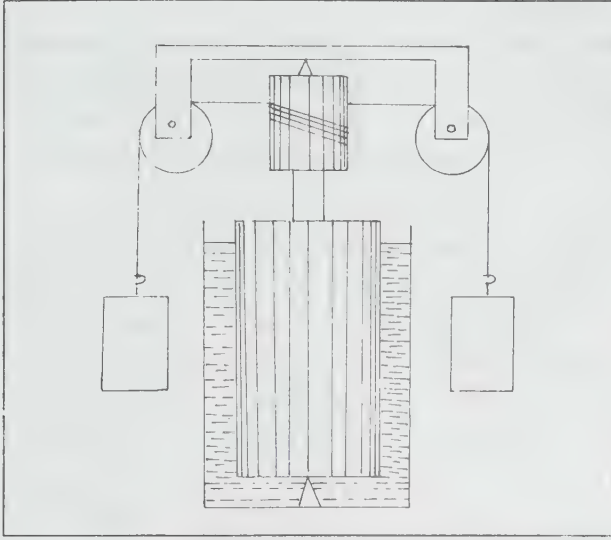
படம் 3. சுழல்பாகியல் அளவி

திசை வேகச் சரிவை உண்டாக்குகின்றன. ஊடகம் ஆற்றலைத் தொடர்ந்து உட்கவர்ந்து அதை வெப்பமாக மாற்றுகிறது. பொருளின் வேகம் மிகுதியாக இருக்கும்போது ஊடகத்தில் சுழல் ஒட்டங்களும் அலைகளும் தோற்றுவிக்கப்படக்கூடும். இவையும் ஆற்றலை உட்கவரும். பந்தயக் கார், ஏவுகணை, விமானம் போன்ற மிகுவேகப் பொருள்கள் காற்றின் வழியே விரைந்து செல்லும்போது ஏராளமான ஆற்றல் உட்கவரப்படுகிறது. இத்தகைய ஆற்றல் இழப்பைத் தடுப்பதற்காக இத்தகைய ஊர்திகளும், ஏவுகணைகளும் அருவிக் கோட்டமைப்பில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. பொருள் மிகவும் மெதுவாக நகர்வதாக இருந்தாலும் பாகியல் பின்னிழு விசை தோன்றி ஆற்றலை வீணாக்கும். இப்பாகியல் விசை, பொருளின் திசை வேகத்துடன் அதிகரிக்கும். ஒரு சிறிய கோளத்தைப் பாய்மத்தின் வழியாக விழச்செய்தால் அதன் வேகம் மிகும் போது பாகியல் பின்னிழுவிசையும் படிப்படியாக அதிகரித்து ஒரு கட்டத்தில் பொருளின் மேல் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசைக்குச் சமமாகிவிடும். அதன் பிறகு கோளம் ஒரு மாறாத திசை வேகத்துடன் விழும். இத்திசைவேகத்துக்கு முற்றுத் திசை வேகம் (terminal velocity) என்று பெயர்.

$$\text{முற்றுத் திசை வேகம்} = \frac{2}{9} \frac{r^2 g (d_1 - d_2)}{\eta}$$

இதிலிருந்து முற்றுத் திசைவேகம் பொருளின் ஆரத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்திலிருப்பது தெரிகிறது. மேகங்களில்





**படம் 4. சியர்சின் சுழல் பாகியல் அளவி**

உருவாகும் நுண்ணிய மழைத்துளிகள் .001செ.மீ. அளவில் சிறிய ஆரமுள்ளவையாக இருக்கும். காற்றின் பாகியல் எண் 0.00018. எனவே அந்த நீர்த்துளிகளின் முற்றுத்திசை வேகம் நொடிக்கு 1.2 செ.மீ. . எனவேதான் அந்த நீர்த்துளிகள் கீழே விழாமல் மேலேயே உலாவிக் கொண்டிருக்கின்றன. 0.01செ.மீ. அளவுக்கு ஆரமுள்ள பெரிய நீர்த்துளிகளின் முற்றுத் திசை வேகம் நொடிக்கு 120 செ. மீ. ஆகும்.

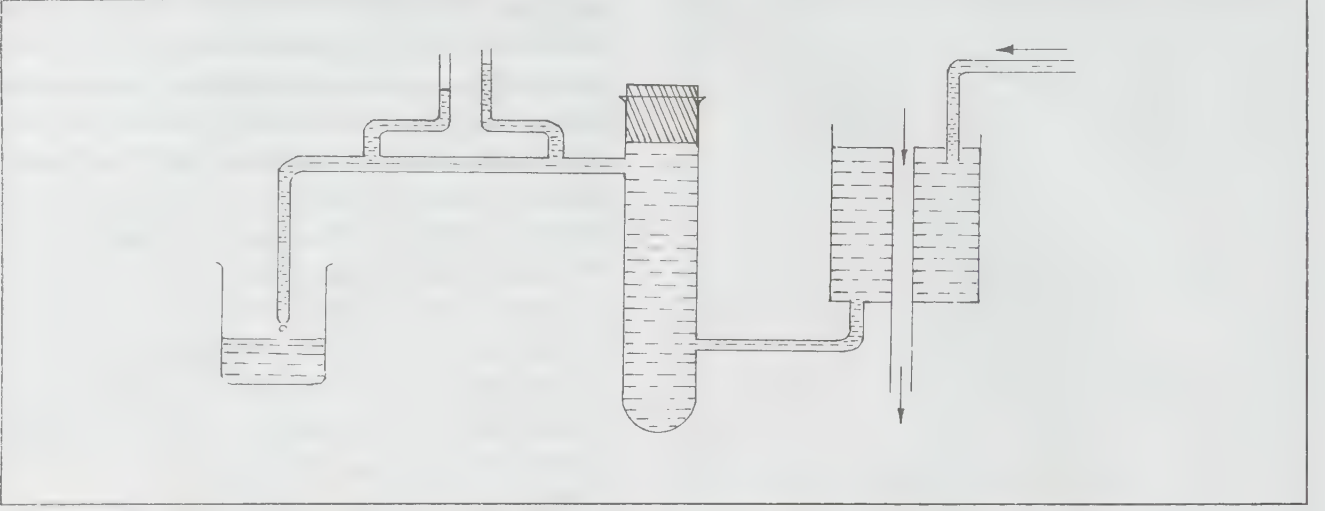
மழை பெய்யும்போது பெரிய துளிகள் வேகமாகவும் சிறிய துளிகள் மெல்லவும் விழுவதைக் காணலாம். ஊடகத்தின் அடர்த்தி, கோளத்தினுடையதை விடக் கூடுதலாக இருந்தால் கோளத்திற்கு எதிரினமான முற்றுத் திசைவேகம் ஏற்படுகிறது. அதாவது டோளம் கீழே விழுவதற்குப் பதிலாக மேல் நோக்கி நகர்கிறது. நீர்மத்திலுள்ள குமிழிகள், ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியம் நிரப்பிய பலூன் ஆகியவை இவ்வாறு மேலேறும்.

ஒரு சுழலும் வெளி உருளையில் உள்ள ஊடகத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் உருளையின் மேல் தோன்றும் சுழல் விசையிரட்டையைக் கண்டுபிடிப்பது, ஓர் ஊடகத்தில் சுழலும் உருளையின் முற்றுத்திசை வேகத்தைக் கண்டுபிடிப்பது, ஒரு முறுக்க இழையில் தொங்கும் தட்டை ஒரு பாய்மத்திற்குள் அலைவு செய்யவிட்டு அதன் தணிப்பைக் கண்டுபிடிப்பது போன்ற பல முறைகளில் பாகியல் எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

எளிய வளிமங்கள், நீர்மங்கள் ஆகியவற்றின் பாய்வு செயல்பாடுகளிலிருந்து முற்றிலுமாக வேறுபட்ட பாய்வு செயல்முறைகளைக் கொண்ட பல பாய்மங்கள் உள்ளன. அவற்றைப் பாய்வு இயல் (rheology) என்னும் துறை ஆய்வு

செய்கிறது. சில பாய்மங்களின் சிக்கலான பாய்வு செயல்பாடுகளைச் சில எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் விளக்கலாம். ஒற்றைத் தளப் படிகமான கந்தகத்தில் எட்டு அணுக்கள் கொண்ட நெளிவளையங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. அது 95.5 சென்டிகிரேடு பாகையில் உருகுகிறது. அப்போதும் அதன் மூலக்கூறு தன்மை மாறுவதில்லை. உருகிய நீர்மம் எளிய வகையானது எனச் சொல்லக்கூடிய அளவுக்கு அதன் பாகியல் எண் குறைவாகவே உள்ளது. வெப்பநிலை உயரும்போது வழக்கமான முறையிலேயே பாகியல் எண் குறையவும் செய்கிறது. ஆனால் 160-180 பாகைக்கும் இடையில் பாகியல் எண் வியப்பூட்டும் வகையில் விரைந்து பல மடங்காக உயர்ந்து விடுகிறது. அப்போது மூலக்கூற்று வளையங்கள் திறந்து கொண்டு நீளமான பலவுறுப்பித் தொடர்கள் உருவாவதாகத் தோன்றுகிறது. 180 பாகைக்கு மேலே வெப்ப ஆற்றல் நீண்ட தொடர்களைச் சிறு கூறுகளாகப் பிரித்துவிடுகிறது. எனவே பாகியல் எண் மீண்டும் குறைகிறது. இந்தச் செயல்முறையை நேர்மாறாக்கவே முடியாது. கந்தகத்தை ஆவியாக்கி அந்த ஆவியைக் குளிர வைப்பதன் மூலமே படிக உருவை மீண்டும் ஏற்படுத்த முடியும். எண்ணெயிலோ, நீர் போன்ற ஊடகத்திலோ திண்ம நுண்துகள்கள் தொங்கல்களாக அல்லது கூழ்ம நிலைகளாகப் பரவியிருக்கும் போது, அவற்றைக் கலக்கினால் பாகியல் எண் குறைகிறது. கலக்குவதை நிறுத்தியதும் பழைய பாகியல் எண் வந்துவிடுகிறது. திண்ம நிறமிகள் கலந்த சாயப் பூச்சுகளில் இப்பண்பு காணப்படுகிறது. இதற்குத் தகைவால் வரும் பாய்மப் பண்பு (thixotropy) என்று பெயர்.

பாலுாட்டி விலங்குகளின் குருதிக்குழாய்களில் ஏற்படும் குருதிப்பாய்வு நியூட்டோனியன் தன்மை இராதது. அதில் பாய்சுவிலியின் விதி பின்பற்றப்படுவதில்லை. இதற்குக் குருதியில் உள்ள சிவப்பணுக்களும் ஏனைய தொங்கல் பொருள்களுமே காரணம் என்று கூறப்பட்டாலும், குருதிப் பாய்வு, மிகுந்த சிக்கலான செயல்முறை. கண்ணாடிகள் படிக உருவற்றவை. அவற்றின் கட்டமைப்பு நீர்மங்களின் கட்டமைப்பைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கிறது. சாதாரண வெப்பநிலைகளிலேயே அவற்றின் மீது நீண்ட காலத் தகைவுகளைச் செலுத்தினால் அவை உருமாற்றமடையும். அவற்றைச் சூடாக்கி இளக்கும்போது அவற்றின் பாகியல் எண் பன்மடங்கு மாறுகிறது. உள்கட்டமைப்பிலும் ஆழ்ந்த மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. சில பசைகள் தகைவுத் திசைக்கு இணையாக அமையாத திசைகளில் பாய முற்படுகின்றன. இத்தகைய பாய்மங்கள் திசையொத்த பண்பு அற்றவை. அவற்றின் பாய்வுப் பண்புகள் பண்பன் (tensor) வகையைச் சேர்ந்தவை.



படம் 5. பாய்க்லி முறையில் தீரின் பாகியல் எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் கருவி

துணை நூல். Y.S.Touloukiam, S.C.Saxena, P.Hestermans, *Viscosity and Thermophysical Properties of Matter*, IFI/Plenum Books, NewYork, 1975.

ஏற்படும் மாறுதலைக் கருத்தியல் பாய்மம் தடுப்பதில்லை. இயக்கத்திற்கு எதிரான எந்தவிதச் சாய்மான விசையையும் அதன் உட்கூறுகள் ஏற்படுத்துவது இல்லை. பாய்மத்தில் ஏதாவது ஒரு மேற்பரப்பை எடுத்துக் கொண்டால் அதன் மேல் செங்குத்தான விசை ஒன்றே ஏற்படுகிறது.

## பாகு தன்மை

பாய்மங்களின் அக உராய்வுத் தன்மையைப் பாகுதன்மை எனலாம். உயவுப் பொருளாகப் பயன்படும் பாய்மங்களில் இது ஒரு சிறப்பான தன்மையாகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒவ்வோர் உயவுப் பொருளும் அதன் பயன்பாட்டுத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும்.

பாய்மங்களுக்கு குறிப்பிட்ட வடிவம் கிடையாது. எந்தக் கொள்கலனில் இருக்கிறதோ, அதன் வடிவத்தையே அப்பாய்மம் பெறும். பாய்மங்களின் மூலக்கூறுகளைப் பின்னிப் பிணைந்திருக்கும் சிறிய விசைகள், கன அளவை மாற்றிவிடாமல் மூலக்கூறுகளின் நிலைகளை மிக எளிதாக மாற்றிக் கொள்ள விடுவதால், பாய்மங்களுக்கு மேற்காணும் தனித்தன்மை ஏற்படுகிறது.

பாய்ம இயக்கவியலின் விதிகளையும், முதன்மைத் தத்துவங்களையும் உருவாக்கும்போது, சீர்மைப் பாய்மங்களைக் கருத்தில் கொள்வதே வழக்கம். சீர்மை வளிமங்களுக்கான வெப்ப இயக்கவியல் விதிகளை, தோராயமாக இயல்பு வளிமங்களுக்கு எடுத்தாள்வதைப் போலவே பாய்மங்களுக்கு கிடையே திலவும் சிறு வேறுபாடுகளைக் கருத்திற்கொண்டு சீர்மைப்பாய்மங்களுக்கான பாய்ம இயக்கவியல் விதிகளை நடைமுறைப் பாய்மங்களுக்கும் கொள்ளலாம். வடிவத்தில்

அடுத்த புள்ளியில் இருக்கும் அழுத்தத்தைப் பொறுத்தே அவ்விசையின் அளவும் வேறுபடும். ஆனால் நடைமுறைப் பாய்மங்களில் இவ்வகையான விளைவுகள் இல்லை. குறிப்பிட்ட ஓர் அளவுக்கு நடைமுறை வளிமங்கள் பாகுதன்மை உடையனவே; உட்கூறுகள் சார்நிலை இயக்கத்திற்கு ஏற்படும் தடையை மாறுகொள்கின்றன. பாய்மத்தின் இயக்கத்திற்கும், வடிவத்தின் மாற்றத்திற்கும், அவை தடைகளை ஏற்படுத்து கின்றன. ஒரு பாய்ம அடுக்கு பிறிதொரு பாய்ம அடுக்கின் மீது நகரும்போது ஒவ்வொன்றும், ஒன்றுக்கொன்று எதிரான செயலை ஏற்படுத்தும். நழுவிச் செல்லும் இயக்கத்திற்கு எதிராகச் சாய்மான விசை ஒன்றும் உருவாகிறது.

வி.அ. இளவழிகள்

துணைநூல். C.N.R. Rao, *University General Chemistry*, Macmillan India Ltd., Madras, 1995.

## பாகை

ஒரு வட்டத்தின் மையப் புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள மொத்த கோணத்தில்  $1/360$  பங்கு ஒரு பாகை (degree) எனப்படும். இந்தக் கோண அளவீட்டுமுறை வடிவக் கணிதத்தில்

பலவகையில் பயன்படுகிறது. கோண அளவியின் (compass) அளவீடுகள் பாகையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு பாகையில்  $1/60$  பங்கு ஒரு கலை (minute) எனப்படும். ஒரு கலையில்  $1/60$  பங்கு ஒரு விசலை (second) எனப்படும்.

மேலும் பாகை, ரேடியன் (radian) எனப்படும் அளவிலும் அளவிடப்படுகிறது. ரேடியன் என்பது வட்டத்தின் ஆரத்திற்குச் சமமான வில்லின் நீளம், வட்ட மையத்தில் ஏற்படுத்தும் கோணம் ஆகும். வட்டத்தின் சுற்றளவு (circumference), ஆரம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயான விகிதம் அனைத்து வட்டங்களுக்கும் சமமாக இருக்கும். வட்டத்தின் சுற்றளவு வட்டத்தின் ஆரத்தைப் போல்  $2\pi$  மடங்கு இருக்கும்.

எனவே,  $2\pi$  ரேடியன் =  $360^\circ$   
 $\pi$  ரேடியன் =  $180^\circ$   
 $1$  ரேடியன் =  $180^\circ / \pi = 57.29578$  பாகை  
 $1$  பாகை =  $0.0174533$  ரேடியன் ஆகும்.

பெ. துரைசாமி

## பாகை அளவி

இது கோணங்களை அளக்கப் பயன்படும் ஓர் எளிய கருவியாகும். பாகை அளவி (sextant) உலகெங்கும் கப்பல்களிலும், சிறு படகுகளிலும் இடம் பெறுகிறது. இதன் உதவியால் கப்பல் ஓட்டுநர் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வானகக் கோணங்களில் சிலவற்றை நோக்கியவாறு கோணங்கள் எடுத்துக் கொண்டு கடலின் குறுக்கே தன் பாதையை அமைத்துக் கொண்டு ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் கப்பலை இயக்கிச் செல்ல முடிகிறது. இக்கருவியைச் சமதளத்திலோ சாய்வு தளத்திலோ நின்று கொண்டு கையில் வைத்துக் கோணங்களை அளக்கும் அமைப்பு உள்ளமையால் நேர்கோணம், படுகைகோணம், குறுக்குக் கோணம் ஆகியவற்றை அளக்க முடிகிறது. எனவே கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் கப்பலை ஓட்டிச் செல்லவும் கடலாராய்ச்சிகள் மேற்கொள்ளவும் இக்கருவி துணைபுரிகிறது.

பாகை அளவியில் கோணங்கள் பொறிக்கப்பட்ட உலோகத்தகடு (metal frame), நுண்தொலைநோக்கி (telescope), தொடுவானக் கண்ணாடி (horizon glass half-silvered) ஆகிய இன்றியமையா உறுப்புகள் உள்ளன.

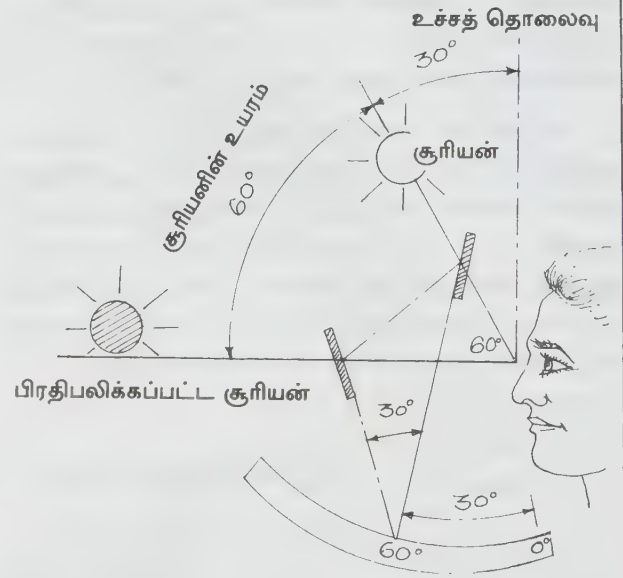
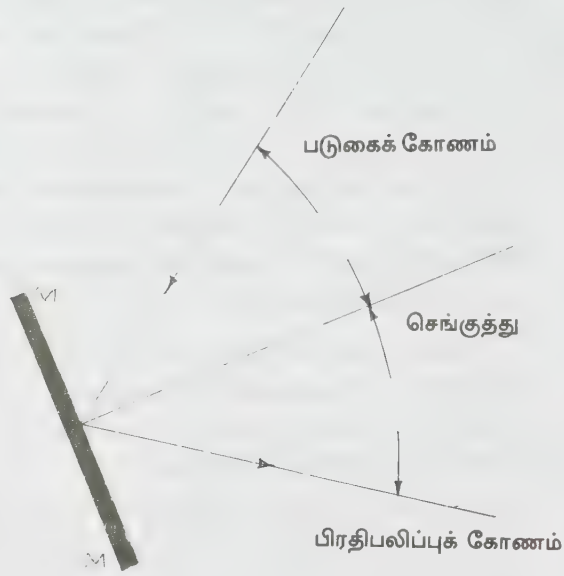
பாகை அளவியைக் கொண்டு தொடுவானத்திற்கும் முன்னரே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வானத்து விண்மீனுக்கும் இடையே உள்ள கோணத்தை அளக்கலாம். இது நேர்

கோணமாகும். கப்பலோட்டி பகலில் வானத்தில் தெரியும் சூரியன், சந்திரன் அல்லது இரண்டையும் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்வார். ஆனால் இரவில் சந்திரன் தெரியவில்லை என்றாலும், வானத்தில் பொதுவாகக் காணப்படும் நான்கு கோளங்களாகிய வீனஸ், ஜூபீட்டர், செவ்வாய், சனிக் கோள்களை நோக்கிக் கோணங்கள் எடுத்துக் கொண்டே கப்பலை ஓட்டிச் செல்வார். மேற்கூறியவை ஆழ்கடல் பகுதிகளில் பாகை அளவியைக் கொண்டு ஒரு கண்டத்திலிருந்து பிறிதொரு கண்டத்திற்குப் பாதையை அமைத்துச் செல்லும் வழியாகும்.

குறை ஆழப் பகுதிகளில் கப்பலை ஓட்டிச் செல்லக் கப்பலோட்டி தேர்ந்தெடுப்பவை புவிமியல் இருப்பிடங்கள், முன்னரே தெரிந்த கடற்கரையை ஓட்டியுள்ள ஒளிக்கோபுர உச்சி போன்றவையாகும். மேற்கூறிய முறைகளினால் பாகை அளவியைக் கொண்டு கடற்கரையை ஓட்டியுள்ள குறை ஆழப்பகுதிகளில் சிறு படகின் மூலம் கடலாராய்ச்சிகள் செய்யமுடியும். சான்றாக, ஆழம் அளக்கும் ஆய்வுக்கு ஆழம் கண்டுபிடிக்கும் கருவி (echo-sounder) படகில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பாதையில் படகு நகர நகரப் படகின் கீழுள்ள ஆழம் முன்னரே சம பகுதியாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஓர் ஆழப் பதிவுத்தாளில் பதிவான் (plotter) ஒன்று தொடர்ந்து பதிவு செய்து கொண்டேயிருக்கும். தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நேர இடைவெளிகளில் (ஒன்று அல்லது இரண்டு நிமிட இடைவெளிகளில்) படகின் இருப்பிடத்தைத் தொடர்ந்து பாகை அளவியில் கோணங்கள் அளந்து வேறு ஒரு தாளில் பதிவு செய்து கொள்ள வேண்டும். பிறகு இரண்டு பதிவுகளையும் ஒன்றாகப் படித்துக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இருப்பிடம், ஆழம் இவற்றை உறுதி செய்து கொள்ள முடியும். இம்முறையால் கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு எண்ணெயை அனுப்ப நீருக்கடியில் எண்ணெய்க் குழாய்கள் போடும் பணிக்கான ஆராய்ச்சிகளைத் திறம்படச் செய்ய முடியும்.

அமெரிக்கா கண்டுபிடித்துள்ள செயற்கைக் கோள் கப்பலோட்டிகளாகிய துணைக்கோ நேவிகேட்டர் எக்ஸ் 1107, ஒமேகா துணைக்கோள் நேவிகேட்டர் எம்.எக்ஸ் 1105 போன்ற நவீன ஆழ்கடல் கப்பலோட்டி மற்றும் கடலாராய்ச்சி மின்னணுக் கருவிகள் பயன்பட்டு வந்தாலும், இன்றைக்கும் பாகை அளவி என்னும் எளிய கருவியைக் கப்பலோட்டிகள் பயன்படுத்தியே வருகின்றனர். குறிப்பாகக் கடற்கரை ஓரங்களையும், நதிக் கால்வாய் ஓரங்களையும், கடலாய்வு வரைபடங்களில் மிகத் துல்லியமாக வரையப் பாகை-அளவி துணைபுரிகிறது.





பாகை அளவியின் இயக்கம்

## பாகை நாள்

ஒரு கட்டடத்தைச் சூடான நிலையில் அல்லது குளிர் நிலையில் வைத்திருக்கத் தேவையான ஆற்றலைக் கணக்கிடும் முறை பாகை நாள் (degree day) எனப்படும். இப்பாகை நாள் கணிப்பு அனைத்து வகை எரிபொருள்கள், மின் வெப்பம் முதலியவற்றிற்கும் பொருந்தும். முற்காலத்தில் பாகை நாள் முறை எரி வளிம முறைகளுக்கு மட்டுமே கணக்கிடப்பட்டது.

பாகை நாள்களைக் கணக்கிட, ஒரு நாளின் உயர் மட்ட மற்றும் குறைந்த அளவு வெப்ப நிலைகளிலிருந்து சராசரி வெப்ப நிலையைக் கணிப்பதன் மூலம் அந்நாளின் சராசரி வெப்பநிலை கணக்கிடப்படுகிறது. இம்முறை மணிக்கொரு முறை என 24 முறை கணக்கீடு செய்து நாள் முழுவதிற்குமான சராசரி வெப்பநிலையைக் கணக்கிடுவதைவிட, விரைவானதும் துல்லியமானதுமாகும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட நாளொன்றுக்கான சராசரி வெப்பநிலையிலிருந்து 18°C அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். மேற்காணும் முறைகளைக் கையாண்டே வானியல் நிலையங்கள் மாதாந்திர மற்றும் பருவகால வெப்பநிலை அறிவிப்புகளை அளிக்கின்றன. அடிப்படை வெப்பநிலை 18°C எனக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த 18°C என்பது பெரும்பாலான வீட்டு உரிமையாளர்கள் தங்கள் வெப்ப ஆக்கப் பொறியை நிறுவும் அடிப்படை வெப்பநிலையாகும்.

வெப்ப ஆக்கப் பொறிகளின் திறன் நிலையான அளவாக இருக்குமானால் வீட்டை வெப்பப்படுத்தத் தேவையான எரிபொருளின் அளவு, பாகை நாட்களுக்கு விகிதாச்சார அடிப்படையில் அமையும். வெவ்வேறு பருவ காலங்களுக் கேற்பக் கையாளப்படும் வெப்ப ஆக்கத்தை ஒப்பிடப் பொறியமைப்புகளின் திறன் மாறாமை இன்றியமையாதது. எனினும் வெப்பக் காலங்களில் பொறியமைப்புகளின் வெப்ப ஆக்கத்திறன் ஓரளவு குறையும். இதைப் பாகை நாள் விவரங்களில் கையாண்டு வெப்பக் காலங்களில், குளிர் பகுதிகளோடு ஒப்புமைப்படுத்திப் பார்க்க வேண்டும். பாகை நாள் காண வேண்டியதொரு குறிப்பிட்ட கட்டத்திற்கு, அதன் எரிபொருள் தீர்ந்துவிடும் நிலையை வைத்து முன்னதாகவே பாகை நாள் கணிப்பை மேற்கொள்ள வேண்டும். வெப்பத்தேவை = கட்டடத்தின் வெப்ப விகிதம் X 24 X பாகை நாட்கள். இதில் வெப்பத்தேவை என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கட்டடத்தைச் சூடாக்கப் பொறியமைப்புகளிடமிருந்து தேவைப்படும் வெப்பம்.

கட்டடத்தின் வெப்ப விகிதம்

$$= \frac{\text{ஒரு மணி நேரத்திற்கு இழப்பீடாகும் கட்டட வெப்பம்}}{\text{உள் மற்றும் வெளிவெப்பநிலை}}$$

இவற்றிற்கிடையே உள்ள வேறுபாடு

மேற்காணும் தொடர்பு முறைகளிலிருந்து, பாகை நாள் கட்டடத்திற்குத் தேவையான எரிபொருளின் அளவைக் கணக்கிட, இரண்டு தீர்மானங்கள் தேவை. முதலில் வெப்பநிலை பொறியமைப்புகளின் சரியான திறனைக் கணக்கிட வேண்டும். பின்னர் மிகத் துல்லியமாகப் பாகை நாள் வெப்பநிலையைக் கணக்கிடவேண்டும். பொறியமைப்புகளின் இயல்பான ஆய்வு ஒட்டத்திறனை (test efficiency) பருவ காலங்களின் ஒட்டத்திறன் குறைந்தே காணப்படும். அதன் திறன் மாற்றங்கள் சிறிய அளவு சுமை மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்ப அமையும். எனவே திறன் அளவை மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிட வேண்டும். கட்டிடத்தின் சுவர், மரக்கதவு போன்றவற்றாலும் வெப்ப இழப்பு ஏற்படும். எனவே, இவற்றையும் கருத்தில் கொண்டே பாகை நாள் வெப்பநிலையைக் கணக்கிட வேண்டும். சிறு கட்டட அமைப்புகளுக்கு இம்முறைகள் தேவையற்றவை. எனினும் பெரிய கட்டடங்களுக்குரிய கணக்கீட்டின்போது, 18°C அளவை எடுத்துக்கொள்ளக்கூடாது. பகல் மற்றும் இரவு நேர இயக்கங்களின் வெப்பநிலையை அளந்தறிந்தே அதன் வேறுபாட்டையும் கணக்கில் கொள்ள வேண்டும்.

வெ. ஸ்ரீதர்

## பாச்சை

காண்க: கரப்பான் பூச்சி

## பாசன நிலங்களில் வடிகால்

வேளாண்மை நிலத்தில் நீர் தேங்கினால் பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஊறு செய்யும். பயிரிடுவதற்கு நீர் தேவையாயினும் நீர் தேங்கும் நிலத்தில் பயிர்கள் நன்கு வளரா. நிலத்தில் நீர் தேங்குவதற்கு நிலப்பரப்பு மிகவும் சமமாக இருத்தல், நீர் எளிதில் இறங்காத மண்கண்டம் போன்ற பல காரணங்கள் உள. இந்நிலையினை போக்கும் முயற்சியே வடிகால் அமைத்தல் ஆகும். வடிகால் என்பது வான்பயிருக்கும் (rainfed crops), பாசனப் பயிருக்கும் மிகவும் இன்றியமையாதது. இது சிறந்த முறையில் சாகுபடி செய்திட உதவும். நிலத்தின்

மேற்பரப்பில் உள்ள நீரை வடித்திட உதவும் முறை மேற்பரப்பு வடிகால் அல்லது பரப்பு வடிகால் (surface drainage) எனப்படும். மண் கண்டத்தினுள் உள்ள நீர்த்தள (water table) நீரைக் கட்டுப்படுத்திட அடிப்பரப்பு வடிகால் (sub surface drainage) உதவும்.

பரப்பு வடிகால் அமைக்கலாம். நில மேற்பரப்பில் (topography) மண்ணின் இயல்புகள் வடித்த நீரை வெளியேற்றும் முகங்கள் (outlets) முதலியவற்றைப் பொறுத்து, இம்முறை பல்வேறுபட்ட மேற்பரப்பியல் கொண்ட நிலத்தில் எந்திரங்களைக் கொண்டு பண்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாக அமைய வேண்டும். சில நீர் கட்டிய பகுதியாகவும் (ponded area), சம நிலமாகவும், மிகவும் குறைவான வாட்டமுள்ள நிலமாகவும் இருக்கலாம். பாசன நிலத்தில் இது போன்ற வடிகால், மிதமிஞ்சிய நீரை வடித்திட உதவும். பனி உறைந்த பகுதிகளில் புவியியல் மண் அரிமானத்தினால் (geological erosion) இயற்கையாக வெளிமுகங்கள் தோன்றப் போதிய காலமின்மையால் நிலப்பரப்பியல் பெரும்பாலும் சமமாகவே இருக்கும். இதனால் இங்கு நீர் கட்டிய நிலை உருவாகும். மேல் மண் ஆழம் குறைந்தும், நீர் இறங்காத அடிமண் உள்ள நிலத்தில், அடிப்பரப்பு வடிகால் அமைத்திட இயலாத நிலையில் மேற்பரப்பு வடிகாலே சிறந்தது. ௭-டு: களிமண் தட்டு (clay pan) அல்லது இறுக்கமான படைமண் (tight alluvial soil). இது போன்ற நிலங்களின் மிதமிஞ்சிய மழையினாலும் நீர்தரு நிலத்தின் மேற்பகுதியிலிருந்து பெருகும் வெள்ளத்தினாலும் அல்லது நீரோடைகளிலிருந்து வழியும் நீரினாலும் நீர் தேங்கலாம். நிலவாட்டம் குறைவாக உள்ள நிலத்தினைச் சமநிலம் (flat land) எனலாம். இதனை நிலம் ஒக்கச் செய்தும் (land grading), தளை வடிகால் (field drains) அமைத்தும் வடிக்கலாம். உழுத சாட்கள் வடிகால்களாகப் பயன்படுவதனை அமைப்பு (bedding) என்பர். அகன்ற குறுக்குப் பரப்பும் (cross sectional area) விலக்கமும் பெற்ற சாட்களை இணை தளை வடிகால் (parallel field drain) என்றும், பண்ணை எந்திரங்கள் கடந்து செல்ல இயலாத அளவு பெரிய திறந்த வடிகால்களைத் திறந்த இணைகான் (parallel open ditches) என்றும் கூறலாம். நிலப்பரப்பிலுள்ள நீரை இயற்கையாக அமைந்த அல்லது தோண்டிய கால்வாய்கள் மூலமும் மண்பரப்பிலுள்ள நீரைச் செலுத்தியும் (infiltration) நீராவி இலை ஆவியாக்கம் (transpiration) மூலமாகவும் வெளியேற்றலாம். பொதுவாக, நீராவியாகும் (evaporation) அளவு குறைந்து நீர் இறங்காத (impervious) மண்ணாக இருப்பின் பரப்பு வடிகால் அமைப்பதே தீர்வாகும். ஆழம் குறைந்த மேற்பரப்பு வடிகால்களால் நிலப்பரப்பின் கீழ் உள்ள

நீரினை (sub surface water) அகற்றிட இயலாது. ஒட்டு வடிகால் (tile drain) அமைந்த நிலத்திலும் பரப்பு வடிகால் அமைத்தல் சிறந்தது.

தொடர்ச்சியற்ற தள வடிகால் (random field drain). ஆங்காங்கே பல இடங்களில் சிதறியவாறுள்ள தாழ்ந்த பகுதிகள் அல்லது குழிகளை (pot holes) வடித்தல் முறையில் வடித்திடும் வாய்க்கால் குறைந்த நீளமும் ஒரு மீட்டருக்கும் குறைந்த ஆழமும் கொண்டிருக்கும். ஒரு சில தாழ்ந்த பகுதிகளில் தேங்கிடும் நீரினை வடித்திட இவை பயன்படும். புல் வளரும் நீர்வழி (grass water way) அமைப்பது போலவே தளைவடிகால் வாய்களும் வடிவமைக்கப் படுகின்றன. பண்படுத்தும் கருவிகள் இக்கால்வாய்களைக் கடந்து செல்ல வேண்டுமாயின் இவற்றின் பக்கச்சரிவு (side slope) எட்டுக்கு ஒன்றும் (8:1) அதற்கு மேலும் குறைந்திருக்க வேண்டும். இவற்றின் ஆழம் 30-60 செ.மீ.ஆக இருக்கலாம். நில மேற்பரப்பியலுக்கும் நீரினை வெளியேற்றும் முகம், கால்வாய் கொண்டு செல்ல வேண்டிய நீரின் அளவைப் பொறுத்து இக்கால்வாயின் காவு (grade) வேறுபடும். இக்கால்வாய் குறைந்தது 0.046-2 மீ. குறுக்குப் பரப்புள்ளதாக இருக்கும். இயன்ற அளவு ஒரே கால்வாய் பல குழிகளிலுள்ள நீரை வடித்திடமாறு அமைப்பதே சிறந்தது. நிலம் பண்படுத்தும் இக்கால்வாய்களில் இடையூறு ஏற்படா வண்ணம் இதன் ஆழம் குறைவாக இருக்க வேண்டும். நீரை வெளியேற்றிட இயற்கையாக ஓடை இருப்பின் அதைப் பயன்படுத்தலாம். இன்றேல் புல் வளரும். கான் (ditch) அமைக்கலாம். வெளியேற்றும் கான் அகன்று விரிந்த வாட்டம் குறைந்திருப்பின், பள்ளத்தாக்கில் வடிநீர் பரந்து படியச் செய்யலாம். ஒரு சிறிய பகுதியில் தேங்கிய நீரை வடித்திட இது போன்ற வடிகால் ஏற்றது.

அணைப்பு முறை (bedding). நில வாட்டத்திற்கு இணையாக (parallel) உழு சாட்கள் மூலம் பரப்பு நீரை வடிக்கும் முறையை அணைப்பு முறை என்பர். அடுத்தடுத்து இணையாக உள்ள இரு சாட்களுக்கிடையே உள்ள பகுதி, அணைப்பு (bed) எனப்படும். ஒட்டு வடிகால் பயன்படாத, சீராக நீர் இறங்கும் மண் உள்ள நிலத்தில் இம்முறையை மேற்கொள்ளலாம். வாட்டமிலாச் சாட்களின் (dead furrows) அகலம், ஆழம் ஆகியவற்றைச் செவ்வனே வடிவமைத்திட வேண்டும். மண்ணின் வடிகால் தன்மை, நில வாட்ட இயல், பயிரிடும் முறைகளின் பாங்கினை ஒத்து அணைப்பின் இடைவெளி (spacing) வேறுபடும். உழுதல், விதைத்தல் போன்ற செயல்கள் யாவும் அணைப்பிற்கு இணையாகவே செய்யப்பட வேண்டும்.



இணை தள வடிகால் முறை. அணைப்புகளை விடக் கூடுதலான கொள்ளளவும் அகன்ற இடைவெளியும் அமைந்த முறையே இணை தளை வடிகால் ஆகும். நிலம் கரவாக்கும் போது (land grading) மண் இட்டு நிரப்ப வேண்டிய பல தாழ்வான பகுதிகளைக் கொண்ட, குறைந்த வடிகால் தன்மையுடைய மண் உள்ள நிலத்தில் இம்முறையை மேற்கொள்ளலாம். தளை வடிகால் முறையில் நீர் ஒரே திசையில் வடிக்கப்படுகிறது. வடிகால் வாய்க்காலின் உருவம் - வடிக்கும் பகுதியின் பரப்பு, நிலவாட்டம் முதலியவற்றைப் பொறுத்து மாறும். இதன் ஆழம் குறைந்தது 20 செ.மீட்டரும், குறுக்குப் பரப்பு 0.046 சதுர அடியும் இருக்கும். பண்படுத்தும் எந்திரம் (farm machinery) எளிதில் கடக்கும் வகையில் இதன் பக்க வாட்டம் (side slope) 10:1 அல்லது அதற்குத் தாழ்வாக இருக்க வேண்டும். இவ்வடிகால் கால்வாய்களுக்கு இணையாகவே உழுதிட வேண்டும்; ஆனால் நடுதல், பண்படுத்தல் ஆகியவற்றை இதற்கு எதிர்த்திசையில் மேற்கொள்ள வேண்டும். பயிரின் நடுவரிசைகள் (rows) வடிகாலுடன் இணைந்திருக்க வேண்டும். தொடர்ந்த வாட்டமுள்ள நிலத்தில் ஒரு திசையில் வரிசையின் உயர் அளவாக (maximum) நீளம் 50 மீட்டரும் இருபுறமும் வடிக்குமாறு இடைவெளி 420 மீட்டரும் இருக்கலாம். மிகவும் சமமான நிலத்தில் மண்ணின் ஒரு பகுதியைப் பயன்படுத்தித் தேவையான கரவு (grade) அமைத்திடலாம். ஆனால் இவ்வடிகாலின் வாட்டமும், நீளமும் மண் அரிமானம் நிகழாதிருக்க வேண்டும். நிகழக்கூடிய மண் அரிமானம் தீவிரமாக நீர் எளிதில் இறங்காத தன்மையுடைய மண் உள்ள நிலத்தில் வடிகால் வாய்க்காலின் வாட்ட நீளம் (slope length) 100 மீட்டருக்கும் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

இவ்வாய்க்கால்களின் குறுக்குப்பரப்பு (cross section) மேல் அகன்று, அடி குறுகி, V வடிவில் சரிவகமாக இருக்கலாம். விரிந்த வாய்க்கால்களில் அகழ்ந்த மண்பாதை அமைப்பதற்கு ஒப்பாக இருபுறமும் வாட்டமுள்ளபடி நிறுவப்படுவதால், நீர் வடிவதற்கு வசதியாக இருக்கும். இவ்வாறு செய்வதால் அகழ்ந்த மண்ணை வேறு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல வேண்டியதில்லை; இப்பகுதி பாதையாகவும் பயன்படும். மேலும் இங்கு வரிசைப் பயிர் அல்லது புல் பயிரிடலாம். இம்முறையில் அகழ்ந்த வளமான மண்ணை வேறிடத்திற்கு கொண்டு செல்ல வேண்டும். இம்முறையில் நிலத்தின் பெரும் பகுதியில் வாய்க்கால்கள் பரவிப் பயிரிடும் பரப்பு குறைகிறது. இது போன்ற வாய்க்கால்களின் இடைவெளி 7-20 மீ. இருக்கலாம். சம நிலத்தில் இம்முறை பயனுள்ளது.

அள்ளைப்புறம் திறந்த இணை கால்வாய் முறை (parallel lateral open ditch system). இம்முறையும் தளை வடிகாலைப் போன்றதே. ஆயினும் இதில் கால்வாய்கள் ஆழமானவை. கால்வாயின் குறைவான ஆழம் 60 செ.மீ. இதன் பக்கச்சரிவு 4:1. இதன் மூலம் நில நீர்த்தளத்தினைக் (ground water table) கட்டுப்படுத்திப் பரப்பு வடிகாலுக்கு வழி வகுக்கலாம். சில சூழ்நிலைகளில் ஒட்டு வடிகாலுக்குப் பதிலாகவும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். இக்கால்வாய்களின் ஆழம் மிகுதியாகையால் நீர் வெளியேற்றுமிடத்தில் மண் அரிமானம் நிகழாது காத்திடக் கரவுடைய (grade) கட்டடம் அமைத்திட வேண்டும்; அல்லது வாய்க்காலில் புல் வகைகளை நடலாம். இக்கால்வாய்கள் ஆழமாக இருப்பதால் பண்ணை எந்திரங்கள் கடக்க இயலாது. எனவே, பண்படுத்தும் செயல்கள் யாவும் கால்வாய்களுக்கு இணையாகவே நடைபெறுதல் வேண்டும். சில கால்வாய்களில் சேரும் வடிநீரைச் சேகரித்திடப் (collection) பெரிய கால்வாய் தேவை. இக்கால்வாய்களுக்கிடையே உள்ள நிலத்தின் தாழ்ந்த பகுதிகளில் மண் இட்டு நிரப்ப வேண்டும். அல்லது இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாக வடிகால் அமைத்திட வேண்டும்.

குறுக்கு வாட்ட வடிகால் முறை (cross-slope drain system). வாட்டமுள்ள நிலத்தைக் குறுக்கு வாட்ட வடிகால் மூலம் வடித்திடலாம். இக்கால்வாய், பரப்பு வடிகாலாகவும், மண் அரிமானத்தைத் தடுக்கவும் உதவும். மண் அரிமானத்தைத் தடுக்க அமையும்போது இவை மட்டங்கள் அல்லது வரப்புகள் எனப்படும். குறுக்கு வாட்ட வடிகால் முறை செயல்படுத்த இயலாத அகவடிகால் தன்மையுள்ள (internal drainage) மற்றும் ஆழம் குறைந்த மேல் மண் கொண்ட நிலத்தில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. மேலும் இது ஆழம் குறைந்த தாழ்வான பல பகுதிகளுடைய நிலவாட்டம் 4% மற்றும் அதற்குக் குறைவாக உள்ள நிலத்திற்கு ஏற்றது. வாட்டம் மிகுந்த இந்நிலத்தில் பண்படுத்து முறைகள் சரிவிறுடே நிகழ்வதால் அணைப்பும் தளை வடிகாலும் ஏற்றவையல்ல. வடிவமைப்பு, அமைப்பு முறை, கட்டுமானம் ஆகியவை வரப்பிடுவதைப் போலவே இம்முறைக்கும் பொருந்தும். வாய்க்கால் அமைத்திட அகழ்ந்த மண் சீராகப் பரப்பப்படுகிறது. வாய்க்காலின் குறுக்குப் பரப்பு 5-8 சதுர அடியும், நெடுவாட்டம் (grade) 0.5% உம் இருக்கலாம். சமமான நிலத்தில் கிடைமட்ட இடைவெளி 45 மீட்டருக்குள் இருக்கலாம். வரப்பு மற்றும் நிலப் பரப்பினைச் சீராக்கும் (land grading) எந்திரங்களைக்

கொண்டு இக்கால்வாய்களை அமைக்கலாம். இக்கால்வாயின் வரப்பு தாழ்வாகையால், மிகுந்த நீர் தேங்குவதைத் தாங்காது. எனவே, வாய்க்காலுக்கு இணையாகவே நிலத்தைப் பண்படுத்த வேண்டும்.

கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

## பாசன நீரின் பண்பு

நீருக்கு நிலம் தாங்கியாகவும், சேமிக்கும் கலமாகவும் திகழ்கிறது. நிலத்தில் நீர் உட்கொண்டு செரிந்து இடைநீர், நிலநீர், மேனீர் என இயங்குகிறது. மழை நீர் வளி மண்டலத்திலிருந்து நிலத்தை அடையும்போது துகள்களையும் மிகக் குறைவான தழைச்சத்தையும் சுமந்து வருவதால் இது தூய்மைமிக்கது. இது நிலத்தையடைந்த பின் அதன் இயற்பியல் தன்மைகள் மண்ணின் இயல்புகளுக்கேற்ப மாறுபடுகின்றன. சோடியம் குளோரைட், சோடியம் கார்பனேட், சோடியம் பை கார்பனேட், பொட்டாசியம் உப்பு, ஃப்ளோரின் ஆகியவை மண்ணில் உள்ளபோது அதன் ஊடே பாயும் நீர் இவற்றைக் கரைத்துக் கொண்டு செல்வதால் நீரின் தன்மை மாறுபடுகிறது.

நீரைப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்து முன் அதன் இயற்பியல் பண்புகளை நன்கு அறிந்திட வேண்டும். பாசன நீர், மண்ணின் தன்மையையும் பயிர் விளைவையும் பாதிப்பதால் அதன் பண்புகளை மிக நுணுக்கமாக ஆராய்தல் வேண்டும். எவ்வகை ஆதாரத்திலிருந்து பெறப்படினும் பாசன நீரில் சில கரையும் உப்புகள் உள்ளன. இவற்றில் மிகக் குறைந்த அளவு அயனிகள் இருப்பினும் அவை பயிர் விளைவைப் பாதிக்கவல்லன. இயற்கையாக நீரில் கரையும் உப்புகள் பெரும்பாலும் சோடியம் குளோரைட், கால்சியம் குளோரைட், மக்னீசியம் குளோரைட், சல்பேட், கார்பனேட், பைகார்பனேட் என்பனவாகும். சில சமயம் பொட்டாசியம், நைட்ரேட் அயனிகள் மிகுந்திருக்கலாம். இவை அல்லாமல் கரிமப் பொருள்கள், போரான், லித்தியம், சிலிகான், மாங்கனீஸ், ஃப்ளோரின், அலுமினியம், ஈயம், துத்தநாகம், வனேடியம், குரோமியம் போன்றவையும் சிறிய அளவில் கலந்திருக்கும்.

பாசன நீரை அதன் இயற்பியல் தன்மைகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்த அவ்வப்போது முயன்றாலும் அனைத்துப் பயிர்களுக்கும் ஏற்புடைய ஒரு வகைப்பாட்டினை இதுவரை அறுதியிட்டுக் கூற இயலவில்லை. ஏனெனில் பாசன நீரில் உள்ள அயனிகளின் இரும்பு, நீர்த்தளத்தின் (water table) ஏற்ற இறக்கம், மண் துகள்களின் பருமன்

(texture), அவற்றின் கட்டமைப்பு (structure), கார அமில நிலை (PH), மண்களியின் தன்மை, அளவு, மண்ணின் உப்புத் தன்மை (salinity), உவர்தன்மை (salinity), வள நிலை (fertility status), மண்தளத்தட்டு (hard pan), சுண்ணாம்பு மற்றும் ஜிப்சத்தின் இருப்பு, மண் கனிமங்களின் பதமாகும் நிலை (weather ability), சுண்ணாம்பு வீழ் படிவாதல் (precipitation), பயிர்களும் அவற்றின் வகைகளும், பாசன மேலாண்மை, செயற்கை உரப் பயன்பாடு, உழவியல் செயல்முறை, வளி நீராவி, இலை நீராவி, மழை பெய்யும் அளவு, அதன் பரவல் முதலிய பல காரணிகளால் அனைத்துப் பயிர்களுக்கும் பொருத்தமான வகைப்பாட்டினை உருவாக்குவது கடினமாகும். இருப்பினும் பல காரணிகளையும் அவற்றின் இடைவினையையும் (interaction) கருத்தில் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கு ஏற்ற பாசன நீரின் தன்மைகளை வகைப்படுத்தலாம்.

மண்ணின் உப்புத்தன்மை, பாசன நீரின் உப்புத் தன்மைக்கேற்பக் கூடுதலாகிறது. பயிரிடும் காலத்தில் நீர்ப்பாசனம் கூடுவதால் மண் துகள்களின் நுண்மை, நீர் கடத்துதன்மை (hydraulic conductivity) ஆகியவை குறைகின்றன. மண்ணின் காரநிலை (alkalinity) என்பது சோடியம் புறக்கவர்தல் விகிதம் (sodium absorption ratio) அல்லது பாசன நீரிலுள்ள பைகார்பனேட்டைப் பொறுத்துக் கூடுதலாகிறது. குறைந்த உப்புத்தன்மை செ.மீட்டருக்கு 1-3 மில்லியன் உள்ள போதிலும் படியும் சோடியம் கார்பனேட்டின் மதிப்பைப் பொறுத்து மண்ணின் உவர்தன்மை கூடுதலாகும். நீரில் கலந்துள்ள போரானைப் பொறுத்துப் போரான் கலப்பின் தீமை கூடுகிறது. ஆனால் இந்தியாவில் பல பயிர்களுக்கு இது தீங்காவதில்லை. நல்ல வடிகால் உடைய பெரும் துகள்கள் கொண்ட மண்ணில், நீர்த்தளம் ஆழமாக உள்ள நிலையில் உப்பு மிக்க நீரைச் சோடியம் குளோரைடாகப் பயன்படுத்தினாலும் தீங்கு நேராது. இல்லை அல்லது கோயோலினைட் கொண்ட மண் வகைகளைவிட மான்ட்மோரிலோனைட் என்னும் களி - கரிசல் மண்ணின் உப்பு நீரைப் பாசனம் செய்வதால் மிகுதியான தீங்கு நேரும். உப்பைத் தாங்கும் தன்மையுடைய பயிர்களுக்கு உப்பு நீரைப் பாசனம் செய்திடலாம். ஈரம் மிகுந்த பகுதிகளை விட வெப்ப மற்றும் மித வெப்பப் பகுதிகளில் உப்பு நீரின் தீய விளைவு மிகுதி. பருவ மழைக் காலத்தில் 700 மீட்டருக்கு மேல் மழை பெய்யும் பகுதிகளில் பொதுவாக இந்தியாவில் ஆண்டு உப்பு ஈவு இல்லை. நில மட்டத்தின் அருகில் நீர்த்தளம் இருந்தாலும் கடினத்தட்டு, வடிகால் சிக்கல், சுண்ணாம்புப் படிவம் போன்ற காரணிகள் இருப்பின் உப்பு நீரைப் பயன்படுத்துவது குறைவாக இருக்கும். கரிமப் பொருள்கள்



மிகுந்த நிலையிலும் கால்சியம் மிகுந்த மண் வகைகளிலும் உப்பு நீரைப் பாசனம் செய்திடலாம். தொடக்கநிலையிலுள்ள உப்பு மற்றும் உவர்தன்மை உள்ளபோது உப்பு நீரைப் பாசனம் செய்யலாம்.

**நீர் ஆதாரங்களும் பண்புகளும்.** வற்றாத நீர் ஏற்ற இறக்கம் குறைவாக உள்ள வட இந்திய ஆறுகளில், நீரின் தன்மை ஆண்டு முழுவதும் மிகவும் சிறப்பாக இருக்கின்றது. மற்ற ஆறுகளில் நீர் நிறைந்தோடும் பருவத்தில் சிறப்பாகவும், குறைவாகவும் பாயும். கோடையில் நீரின் தரம் குறைவாக இருக்கும். உப்புப் படிந்த நிலத்தின் வழியாகப் பாயும் ஆறுகளில், வடிமுகப்பகுதியில் உள்ள நீரின் உப்புக் கரையும் அளவு மில்லியனுக்கு 7500க்கு மேல் இருக்கும். குளம், ஏரியின் நீர்த்தன்மை உப்பு நிலையையும் வறட்சியையும் பொறுத்துள்ளது.

ஆண்டு மழை 450 மி.மீட்டருக்குக் குறைவாக உள்ள கூடுதலான அல்லது மிதமான வறட்சிப் பகுதிகளிலும், கடற்கரையை அடுத்த பகுதிகளிலும், ஆழம் குறைந்த அல்லது ஆழம் மிக்க கிணறுகளில் நீரின் தரம் குறைந்து காணப்படும். ஏனைய பகுதிகளில் நிலநீர் பொதுவாகச் சிறந்து விளங்கும். ஆழம் குறைந்த நீர்த்தளத்தின் நீர், உப்பாகவும், ஆழம் மிக்க பகுதிகளில் தரமாகவும், உப்புப் பகுதிகளில் ஆழ்குழாய்க் கிணறுகள் அமைப்பது சிறந்தது.

**உப்பு நீர்ப்பாசனம்.** தரம் குறைந்த நீரைத் தொடர்ந்து பாசனம் செய்தால் மண்ணில் உப்புச் செறிந்து, மண் நிரந்தரமாகச் சீர் கெடும். ஆய்வுக் கூடத்தில் நீரை ஆய்வு செய்து எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும் என்று அறிந்து செயல் பட்டால் இச்சீர்கேட்டைத் தவிர்க்கலாம். பாசன நீருடன் ஜிப்சம் போன்ற பொருள்களை இட்டு மேம்படுத்தலாம். இதை மண்ணிலோ சோடியமும் பைகார்பனேட் அயனியும் கலந்த நீருடனோ கலக்கலாம். மண்ணில் அளவுக்கு மிகுந்த உப்புச் செறிவைத் தவிர்க்க உப்பு அளவையும் அங்கு விளையும் பயிரையும் பொறுத்துக் கழுவு நீரின் அளவினை அறிதல் வேண்டும். வடிநீரின் உப்புச் செரிமானம், வளி இலை நீராவி இழப்பால் (enrapotranspiration loss) பாதிக்கப்படுவதால், பாசன நீரின் அளவு, வளி இலை நீராவி ஆகியவற்றை ஈடு செய்ய வேண்டும். எனவே தேவைக்குக் குறைவாகவோ, கூடுதலாகவோ பாசனம் செய்வது தீங்கு விளைவிக்கும்.

**பயிர்களும் வகைகளும்.** உப்பு, உவர் நிலைகளைத் தாங்கும் பயிர் வகையைத் தேர்ந்து விளைவிக்க வேண்டும். உப்பு நிலையைக் கவனிக்கும்போது பயிர் முளைத்தல், நாற்று மற்றும் பூக்கும் பருவ நிலை ஆகியவை பயிரின் மிகவும்

இன்றியமையாப் பருவங்களாகும். அடுத்தடுத்த பாசனமும் மண்ணின் சேமிக்கும் அளவுக்கு மிகுதியான பாசனமும் செய்து ஈரத்தட்டுப்பாடு இராதவாறு செய்து மண்ணிலுள்ள உப்புகளைக் கரைத்திடலாம். சாலின் அடிப்பகுதியில் (furrow bottom) உப்புச் செறிவு குறைவாகையால் வரிசைப்பயிர்களை விளைவித்திடலாம். கூடுதலான விதைகளை விதைத்துத் குறைந்த பயிர் வளர்ச்சியை ஈடுகட்டிப் பயிர் எண்ணிக்கையை மிகுதிப்படுத்தலாம். செறிவான நீர், அருகில் கிடைக்குமானால் உப்பு நீருடன் கலந்து பாசனம் செய்யலாம். உவர் மண் உள்ளபோது, நீர் ஊடுருவும் சிக்கல் இருக்கும். மேலும் சோடியத்திற்குப் பதிலாகக் கால்சியத்தை இடலாம். இதற்கு மண் சேர்ப்பிகளான (soil amendments) ஜிப்சம் மற்றும் கரிமப் பொருள்களை இட்டுக் கூடுதலாக மண்ணில் நீர் இறங்கச் செய்து வேர்ப்பகுதிக்குக் கீழ் உப்புகளை எளிதில் கழுவிக்க களைந்திடலாம். இத்துடன் அடிமண்ணில் உள்ள கடினத் தகடுகளை (hard pans) உடைத்து வடிகாலை மேம்படுத்தலாம். தேவையான வடிகால் அமைத்து நீர்த்தளத்தைக் கட்டுப்படுத்தி வேர்ப்பகுதியில் பொருத்தமான உப்பு ஈவைப் பராமரிக்கலாம்.

**எரு, செயற்கை உரங்களின் பயன்.** பொதுவாக உப்பு நீர்ப்பாசனம் பெறும் நிலத்தின் வளம் குறைவாகையால், பயிரில் ஊட்டத்தேவைகளை அளிக்கத் தேவையான உரங்களை இடுதல் வேண்டும். மிகுந்த உப்பு கொண்ட உவர் நிலத்திற்கு மிகுதியான உரமிடுதல் கூடாது. மின் கடத்தும் அளவு மீட்டருக்கு 6.5 மி.சோகம், மாறு கொள்ளும் சோடியம் 30%ம் உள்ள மண்ணுக்கு எவ்விதச் சிக்கலும் இராத மண்ணுக்கு இடும் அளவே உரமிடலாம் என்று பல வகைப் பண்புடைய நீரைப் பாய்ச்சிக் கோதுமை, பார்லி, மக்காச்சோளம், கம்பு போன்ற பயிர்களை விளைவித்து ஆய்வு செய்ததில் தெரிய வந்தது. உப்பு, உவர் மண்ணின் இவ்வரம்பு களுக்குள் பயிரிட்டு விளைவை 15-45% கூடுதலாக்கலாம். எருவுடன் செயற்கை உரம் கலந்திடுவதே மிகவும் சிறந்ததாகும்.

பாசன நீரின் உப்புத் தன்மையும், இரு பாசனங்களின் இடைவெளியும் பயிர் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன. அடுத்தடுத்து நீரைப் பாய்ச்சுதல் சவ்வூடு பரவும் இழுப்பு ஆற்றலைக் (osmotic tension) குறைந்த நிலையில் வைத்திட உதவும்.

மண்ணின் ஈரக்குறைவை ஈடு செய்வதற்கும் மிகுதியாகப் பாசனம் செய்து வேர்ப்பகுதியிலுள்ள உப்புகளைக் கழுவிடலாம். சால் பாசனமும் (furrow irrigation) உப்பு நிலத்திற்கு ஏற்றது.



உப்புள்ள பாசன நீரைச் சிறந்த முறையில் பாசனம் செய்திட, நீரின் இயற்பியல் சேர்க்கை, குறிப்பாக மொத்தச் செறிவு மற்றும் அயனிச் சேர்க்கை, குறிப்பிட்ட உழவியல் நிலைகளில் பயிர் மற்றும் அதன் வகையின் உப்புத் தாங்கும் தன்மை, தட்ப வெப்பவியல், நில-நீர் அளவையியல் (geo hydrology), மண் வகை, மழை பரவல், பயிரின் இலை வளி நீராவி ஆக்கம், நில அடுக்கு, வடிகால் தன்மை, நீர்த்தளம், தொடக்கநிலை மண் உப்பின் அளவு, உவர்நிலை, உர அளவு, கால்சியம் கார்பனேட் அளவு, எதிர்பார்க்கும் உப்புச் சேர்வதன் நீர்த்தேவை, கழுவு நீர்த்தேவை ஆகியவற்றைக் கவனிக்க வேண்டும்.

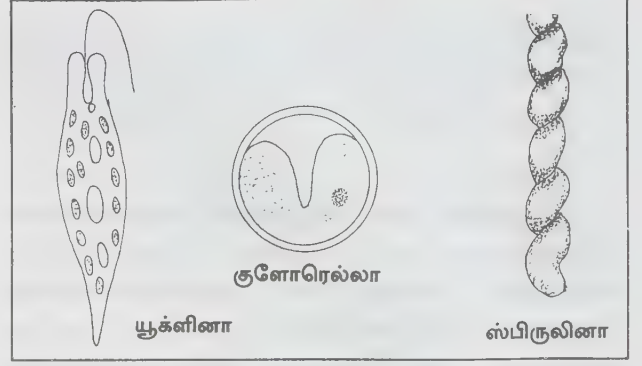
கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

## பாசி

இது எளிய அமைப்புடைய தாவரமாகும். இதன் உடலம் உயிர் தாவரத்திலுள்ளது போன்று தண்டு, இலை, பூ என்னும் வேறுபாடுகள் கொண்டிருப்பதில்லை. பாசியும் பூசணமும் தகட்டுடலி (thallophyta) என்னும் தாவரப்பிரிவைச் சேர்ந்தவை. இவற்றுள் பூசணங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவைப்படும் பச்சையம் (chlorophyll) இருப்பதில்லை. எனவே இவை பர ஜீவிகளாகவே (heterophytes) வாழ்கின்றன. பாசி பச்சையத்தைக் கொண்டு தனக்கு வேண்டிய உணவைத் தானே தேடிக்கொள்ளும் தன்னுட்ப உயிரி (autotroph) ஆகும். பாசி என்பது யூக்ளினா (Euglena), குளோரெல்லா (Chlorella), ஸ்பிரூலினா (Spirulina) போன்று மிக நுண்ணியதாகவோ லேமினேரியா, காலேதிரிக்ஸ், உல்வா போன்று பெரியதாகவோ இருக்கும். உலகம் முழுவதும் பரவி இருக்கும் இதைத் தேங்கிய நீரிலும், ஒரு நீரிலும், நன்னீரிலும், கடல் நீரிலும் காணலாம்.

பாசி, மண்ணின் மேலும், மண்ணினுள்ளும், பாறை மீதும், மரம் இலைகளின் மீதும் அரிதாகக் காணப்படுகிறது. அண்டார்க்டிக் ஏரியிலும், சுடுநீர்ச் சுனையிலும் வாழும் பாசி மற்றத் தாவரங்களின் உடலுக்குள்ளே உள்வாழ் (endosymbiont) தாவரமாகக் காணப்படுகிறது. சில பாசிகள் பவளங்களிலும், மெல்லுடலிகளின் கூடுகளிலும், கிளிஞ்சல் களிலும் வளர்ச்சியுறுகின்றன. பாசிகளில் சில புரோட்டோ சோவா போன்ற விலங்குகளின் உடலிலும் சில பாசிகள் ஒட்டுண்ணிகளாகவும் வாழ்கின்றன.

18 ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் பாசி, தனித்தாவரத் தொகுதியாக வைக்கப்பட்டது. அதற்கு முன் இதை

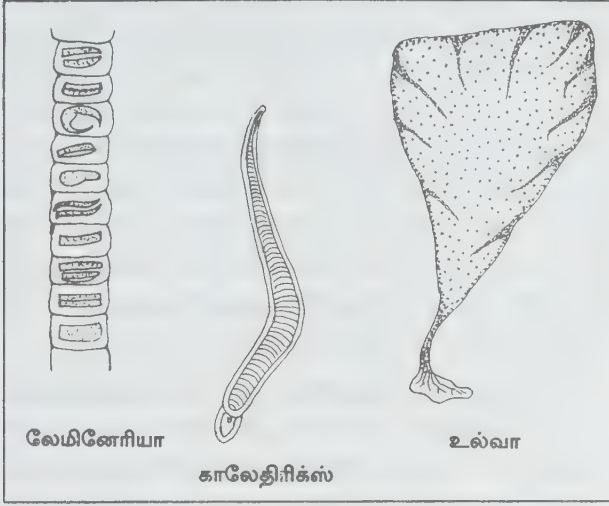


படம் 1. நுண்ணிய பாசிகள்

லின்னேயஸ் கிரிப்டோகேமியே (cryptogamia) என்னும் தாவரத்தொகுப்பில் வகைப்படுத்தியிருந்தனர். தற்போது மின்னணு உருப் பெருக்கியின் உதவியால் பாசியின் பல நுண்ணிய அமைப்புகளை அறிந்து பல பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

பண்பு. பாசி, பச்சையத்தைக் கொண்டு தனக்குத் தேவையான உணவைத் தயாரித்துக் கொள்கிறது. இதன் மூலம் பாசி பூசணத்திலிருந்து வேறுபடுகிறது. பெரும்பாலான பாசிகள் நன்னீரிலும் கடல் நீரிலும் வாழ்கின்றன. ஒரு சில மட்டும் நிலம், ஈரமான பாறை மற்றும் மரப்பட்டைகளில் காணப்படுகின்றன. ஒற்றைச் செல்லாலான உடலத்தையோ பல செல்களைக் கொண்ட உடலத்தையோ பெற்றுள்ளன. பல செல்களைக் கொண்ட பாசியில் ஓரளவே திசு வேறுபாடுகள் தென்படுகின்றன. நீலப்பச்சைப் பாசிகளைத் தவிர ஏனைய பாசிகள் அனைத்தும் யூகேரியாட்டிக் பிரிவைச் சேர்ந்தவை. ஏற்ற சூழ்நிலையில் பெரும்பாலான பாசிகள் விதைகளை (spores) உண்டாக்கி இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பாசிகளில் சமபுணர் (isogamous), அசமபுணர் (anisogamy), அண்ட புணர் (oogamous) எனும் மூவகைப் பாலினப் பெருக்க முறைகள் காணப்படுகின்றன.

கீழ்நிலைப்பாசிகளிலிருந்து உயர்நிலைப்பாசிகள் வரை பால் தன்மையில் ஒரு தெளிவான படிமலர்ச்சிப் பாங்கு இருக்கிறது. பாலின உறுப்புகள் பெரும்பாலும் ஒற்றைச் செல்லினாலானவை. சிலவற்றில் பல செல்கள், பாலின உறுப்புகள் காணப்பட்டாலும் அவற்றிற்கு மலட்டு வெளியுறை காணப்படுவதில்லை. இப்பண்பில் பாசி இலைத் தாவரங்களிலிருந்து (bryophytes) வேறுபடுகிறது. ஒரு சில பாசிகளைத் தவிர ஏனைய பாசிகள் அனைத்திலும் கருவுறுதல் தாவரத்திற்கு வெளியே அதாவது அவை வாழும் நீர்ம ஊடகத்திலேயே நடைபெறுகிறது. பாலினச் செல்களின்



படம் 2. பெரும் பாசிகள்

சேர்க்கைக்குப் பின் கரு முட்டை (zygote) செல்லறைகள் கொண்ட கருவாக மாறுவதில்லை. பாசியில் சந்ததி மாற்றம் காணப்படுமேயானால் அது பெரும்பாலும் உருவமொத்த சந்ததி மாற்றமாகவே இருக்கும். இவ்வகைப் பாசிகளின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் வரும் இரு சந்ததிகளும் தனியாக வாழும் தகுதி படைத்தவை. இலைத்தாவரங்களில் காணப்படுவதுபோல ஸ்போரோபைட் (sporophyte) சந்ததி, கேமிட்டோ ஃபைட் (gametophyte) சந்ததியைச் சார்ந்து வாழ்வதில்லை.

வகைப்பாடு. செல்லின் பண்புகளையும் உயிர் வேதிப் பண்புகளையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு பாசியை வகைப்படுத்தலாம். ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளின் வகை, கணிகங்களின் தன்மை, பிரிணாய்டுகளின் (pyrenoids) அமைப்பு, சேமிப்புப் பொருள்களின் வகை, செல் சுவரின் வேதிப் பண்பு, செல் அமைப்பின் சில பண்புக்கூறுகள், இடம் பெயரும் செல்களின் நகரிழைப்பண்பு, பால் தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பாசியைப் பத்துப் பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை சயனோஃபைட்டா (cyanophyta), குளோரோஃபைட்டா (chlorophyta), யூக்ளினோஃபைட்டா (euglenophyta), கிரைசோஃபைட்டா (chrysophyta), சேந்தோஃபைட்டா (xanthophyta), பேசில்லாரியோஃபைட்டா (bacillariophyta), பைரோஃபைட்டா (pyrrophyta), க்ரிப்டோஃபைட்டா (cryptophyta), ஃபேயோஃபைட்டா (phaeophyta), ரோடோஃபைட்டா (rhodophyta) என்பனவாகும்.

**அமைப்பு.** ஒரு செல் பாசிகளிலிருந்து பல செல்களினாலான இழைப்பாசி வரை பல்வேறு வகையான உடல் அமைப்பை இத்தொகுதியில் காணலாம். சில ஒரு செல் பாசிப் பேரினங்களில் சுவர் இருப்பதில்லை. இவற்றில் புரோட்டோபிளாசம் வெளிப்புறம் தடித்துச் சவ்வாக (periplast) வேறுபடுத்தப்படுகிறது. எ-டு: பைரமிமோனாஸ் (pyramimonas). பெரும்பாலான பாசிகளின் செல்சுவர் செல்லுலோஸ் என்னும் பொருளால் ஆனது. ஆனால் சைபோனேல்ஸ் (siphonales) என்னும் பெருங்குடும்பத்தின் பேரினங்களின் செல்சுவர் கேல்லோஸ் (callose) என்னும் பொருளால் ஆக்கப்பட்டது. சில பாசிகளில் கைட்டின் என்னும் பொருள் உள்ளது. டயாட்டம் என்னும் பாசி வகைகளின் சுவரின் முதன்மையான பொருள் சிலிகா (silica) ஆகும். இவற்றின் சுவர் ஒன்றனுள் ஒன்று பொருந்திக் கொள்ளக்கூடிய இரண்டு பகுதிகளாக அமைந்திருக்கும். நீலப்பச்சைப் பாசி போன்றவற்றில் செல் சுவருக்கு வெளியே கோழை மூடிக் கொண்டிருக்கும். இந்தக் கோழை குழுகுழுவென்று பிசின் போலவோ கெட்டியாகவோ அடுக்கடுக்காகவோ இருக்கலாம். முழு வளர்ச்சியடைந்த செல்லுக்குள் பொதுவாக ஒரு பெரிய காற்றுக்குமிழி (vacuole) கொண்ட புரோட்டோபிளாசம் அமைந்துள்ளது. பெரும்பாலான பாசிகளில் அவற்றிற்குரிய சிறப்பான நிறமிகள் உண்டு. நிறமிகளில் அடிப்படையானது பச்சையம் ஆகும். செல்லிற்குள் ஒன்று அல்லது பல கணிகங்கள் (plastids), செல்லின் சுற்றுப்புறத்திலோ நடுவிலோ அமைந்திருக்கும். ஒரே பசுங்கணிகமாக இருப்பின் கிண்ணம் போன்றும், தகடு போன்றும், வலை போன்றும், உருளை வடிவில் முகடுகளுடனும் இருக்கும். பசுங்கணிகங்களுடன் பொதுவாகக் கரோட்டினாய்டு, ஃபைக்கோ எரித்தின், ஃபைக்கோசயனின் முதலியவை பலவிதமாகச் சேர்ந்து காணப்படும். ஒரு செல்லில் ஒரு கணிகமோ, பல கணிகங்களோ இருக்கலாம். பல பசும்பாசிகளில் பசுங்கணிகத்தில் பைரினாய்டு உறுப்பு அமைந்துள்ளது. இது ஒளிச்சேர்க்கையின்போது உண்டாகும் குளுக்கோசைத் தரசமாக (starch) மாற்றிடும் மையமாக விளங்குகிறது. இதனைச் சுற்றிச் சிறு தகடுகள் போல் அமைந்துள்ள தரசப் பொருள்களே இதற்குச் சான்றாகும். பச்சைப் பாசிகளில் தரசத்தைச் சேமிப்பதும் மற்றப் பாசிகளில் வேறு சில சேமிப்புப் பொருள்களைத் தொகுப்பதும் இதன் பணியாகும். பாசி சேமிக்கும் பொருள்களில் குறிப்பிடத் தகுந்தவை பாலிசேக்கரைடு, வெவ்வேறு வகையான புரதம், கொழுப்புப் பொருள் போன்றவையாகும்.



பாசிகளில் பெரும்பாலானவற்றிற்கு உறுதியான நியூக்ளியஸ் உண்டு. நீலப்பச்சைப்பாசிகளில் வலிவான நியூக்ளியஸ் இருப்பதில்லை. நியூக்ளியஸில் ஒன்று அல்லது பல நியூக்ளியோலஸ் இருக்கும். குரோமேட்டின் மணிகள் செல்லின் நடுவிலுள்ள ஓர் உருண்டையான பரப்பில் பரவியிருக்கும். இப்பகுதிக்கு நடுவுறுப்பு அல்லது தெளிவற்ற நியூக்ளியஸ் என்று பெயர். ஒவ்வொரு பாசிச் செல்லிலும் பொதுவாக ஒரு நியூக்ளியஸ் இருக்கும். ஆயினும் கிளைடாஃபோரா போன்றவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியஸ்கள் இருக்கும்.

இயக்கம். சயனோஃபைட்டா, ரோடோஃபைட்டா பிரிவு களைத் தவிர மற்ற அனைத்துப்பிரிவுகளிலும் உடலத் திசுவறையோ ஸுஸ்போர்க்ளோ (zoospores) பாலணுக்களோ (gametes) நகரிழைகளைப் பெற்று இடம் பெயர்கின்றன. கசையிழைகளைச் சாட்டை போன்ற அக்ரோநெமாட்டிக் (acronematic) என்றும் பேண்டோ நெமாட்டிக் (pantonematic) என்றும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் கசையிழைப் பரப்பு மொழுமொழுவென்றிருக்கும். இரண்டாம் வகையில் கசையிழையின் பரப்பில் மெல்லிய பக்க இழைகள் காணப்படும். கசையிழைகள் பொதுவாகப் பாசியின் முன் முனையிலிருந்து வளர்ந்துள்ள புரோட்டோபிளாசத்தின் நூல் போன்ற நீட்சிகளாகும். கசையிழை ஒவ்வொன்றும் அடியுறுப்பிலிருந்து (blepharoplast) உருவாகும். கசையிழைப் பேரினங்களில் இரண்டு அடியுறுப்புகளுக்கு இடையே ஓர் இழை (parodesmose) அமைந்துள்ளது. இதன் நடுவிலிருந்து மற்றோர் இழை (rhizoplast) கீழ்நோக்கி நீண்டு நியூக்ளியஸில் உள்ள நுண்மணியுடன் (centriole) தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

இடம்பெயரும் செல்களில் கசையிழைகளின் வகை, எண்ணிக்கை, அமைவிடம், நீளம் ஆகிய பண்புகள் பிரிவுக்குப் பிரிவு வேறுபடும். கசையிழைகளைக் கசைகளைப் போல அசைப்பதால் பாசி இயங்குகிறது. வெவ்வேறு வகைகளில் 1-4 கசையிழைகள் இருக்கும். சில வகைப் பாசிகளின் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் பல கசையிலைகள் வட்டமான வரிசையில் முன் பக்கத்தில் வளர்ந்திருக்கும். எ-டு: ஈடொகோனியம். சாந்தஃபைசியே குடும்பத்தில் ஒன்று பெரிதும், ஒன்று சிறியதுமான ஓர் இரட்டைக் கசையிழைகள் இருக்கும். டெஸ்மிட், டயாட்டம் (diatom) என்னும் சில பாசிகள் கசையிழைகளைக் கொண்டு நகருவதில்லை. இவற்றில் கோழைப் பொருள் சுரப்பதால் அவை இயங்குகின்றன. ஆசிலட்டோரியா என்னும் நீலப்பச்சைப்

பாசியில் சறுக்கிக்கொண்டும், ஊர்ந்து கொண்டும் போகும் இயக்கங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த இயக்கங்கள் நீளமான இழை போன்ற இந்தப் பாசியின் உடலில் நெடுக்கில் அலையலையாகச் சீராக செல்லும் இயக்கத்தால் நடைபெறும். இந்த அலைகள் உடலுக்குள் இருக்கும் உயிர்ப்பொருளின் கன அளவில் முறையாக உருவாகும் மாறுபாட்டால் உண்டாகின்றன. டயாட்டம் இனங்களில் செல் சுவரிலுள்ள சில புரைகள் வழியாக உயிர்ப்பொருள் வெளியே ஓடி வருவதால் இவ்வாறு நிகழ்கிறது. ஒரு டயாட்டம், கோழை தொடர்ச்சியாகச் சுரப்பதால் நகர்கிறது.

பொதுவாக இயங்கும் செல்களில் கசையிழைகளுக்குக் கீழே, செல்லினுள் இரண்டு சுருங்கி விரியும் குமிழிகள் (contractile vacuoles) காணப்படுகின்றன. இவை ஒன்று மாற்றி ஒன்று விரிந்து சுருங்கும் தன்மை கொண்டவை. இவ்வித நிகழ்ச்சி கழிவுப்பொருளை வெளியேற்ற உதவுகிறது என்று ஒரு சில அறிஞர்களும், செல்லின் சமநிலையை முறைப்படுத்த உதவுகிறது என்று சில அறிஞர்களும் கருதுகின்றனர்.

இயங்கும் பேரினங்களிலும் இனப்பெருக்கச் செல்களிலும் பொதுவாகக் கண்புள்ளி (eye spot or stigma) என்ற ஓர் ஆரஞ்சு நிற உறுப்புக் காணப்படுகிறது. ஒளி உணர் (photo receptive) தன்மையுள்ள இவ்வுறுப்பு ஆரஞ்சு நிறமிகளைக் கொண்ட குவளை போன்ற பகுதியையும் அதற்கு முன்புறத்தில் இருப்புறக்குவி வில்லை (biconvex lens) போன்ற பகுதியையும் கொண்டுள்ளது. இந்த உறுப்பின் உதவியால் சூழ்நிலையில் உள்ள ஒளியின் அளவைத் தெரிந்து அதற்குத் தகுந்தவாறு செல் இயங்க முடிகிறது. இயங்கும் கூட்டமைப்புப் (colonial) பேரினங்களில் முன்புறத்தில் உள்ள திசுவறைகளில் இக் கண்புள்ளிகள் பெரியனவாகவும் பின்புறத் திசுவறைகளில் சிறியனவாகவும் அமைந்துள்ளமையே இதற்குச் சான்றாகும்.

உடலம். பாசி ஒரு செல்லைக் கொண்ட உயிரினமாகவோ பல செல்களைக் கொண்ட உயிரினமாகவோ வாழ்கிறது. பல செல்களைக் கொண்டவை பெரும்பாலும் இழை போன்று உடலத்தைப் பெற்றிருக்கும். சைஃபோனேல்ஸ் (siphonales) என்னும் பெருங் குடும்பத்திலுள்ள பேரினங்களில் குறுக்குச் சுவர் இராத கிளைத்த குழாய் போன்றும் பலுர்ன் போன்றும் உள்ள பெரும் உடலங்கள் காணப்படுகின்றன.

இனப்பெருக்கம். பாசிகளில் உடல் இனப்பெருக்கம் (vegetative reproduction), பாலிலா இனப்பெருக்கம்



(asexual reproduction), பாலினப் பெருக்கம் (sexual reproduction) என மூவகை இனப்பெருக்கம் காணப்படுகிறது.

**உடல் இனப்பெருக்கம்.** ஒரு செல் பேரினங்களில் திசுவறைப் பகுப்பாலும் இழை போன்ற உடலப் பேரினங்களில் துண்டித்தல் (fragmentation) மூலமும் உடல் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது.

**பாலிலா இனப்பெருக்கம்.** ஏற்றச் சூழ்நிலையில் விரைவில் பெருகிட இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது. பாசியில் பெரும்பாலும் 2 அல்லது 4 அல்லது பல கசையிழைகளைக் கொண்ட ஸுஸ்போர்கள் மூலம் பாலிலா இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. உலோதிரிக்ஸ் (ulothrix) போன்ற பேரினங்களில் இவை நுண் ஸுஸ்போர் (micro zoospore) என்றும் பெரும் ஸுஸ்போர் (macro zoospore) என்றும் இரு வகையாகக் காணப்படும். ஸுஸ்போர்கள் சாதாரண உடலச் செல்களிலோ தனிப்பட்ட விதையகத்திலோ தோன்றுகின்றன. இழைவகைப் பாசிப் பேரினங்களில் இந்த ஸுஸ்போர்கள் வெளியேறிய பின்னர் நீந்தி ஏதாவது ஓர் அடித்தளத்தில் அமைந்துள்ள இழை உடலமாக முனையும். இயங்காத இனப்பெருக்க விதைகளும் சாதாரணமாகப் பாசியில் காணப்படும். இவற்றுள் அக்கீனிட்டுகள் (akinetes) மற்றும் கசையிழையற்ற விதைகள் (aplanospores) குறிப்பிடத்தக்கவை. பித்தாஃபோரா (pithaphora) போன்ற பாசிப் பேரினங்களில் முழுச் செல்லும் பாகுபாடு அடையாமல் ஒரு பருமனான உரையை உருவாக்கி, அக்கீனிட்டுகளாக மாறிவிடும். இவை கீழே அடித்தளத்தில் படிந்து பின்னர் முளைத்துப் புதிய உடலத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில சமயங்களில் செல்லின் புரோட்டோபிளாசம் பகுதிகளாகப் பிரிந்து கசையிழையற்ற விதையாக மாறிவிடுகிறது. மெல்லிய உறை கொண்ட ஒவ்வோர் இயங்கா வித்தும் முளைத்துப் புதிய உடலமாகிறது. எ-டு: உலோத்திரிக்ஸ், மைக்ரோஸ்போரா முதலியன.

**பாலினப் பெருக்கம்.** சமபுணர் ஒப்புமைக்கலவி (isogamy) அல்லது வேற்றுமைக் கலவி (anisogamy) அல்லது அண்டக்கலவி (oogamy) என்னும் மூவகையில் ஒப்புமைக் கலவி என்பது தாழ்நிலையாகக் கருதப்படுகிறது. இம்முறையில் இரு கசையிழைகள் கொண்ட, உருவத்திலும் அளவிலும் ஒத்த இரு கேமீட்டுகள் (gametes) ஒன்றையொன்று அணுகிப் பின்னர் இணைந்து கருவணுவை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு பருமனான உரையை உண்டாக்கிக் கொண்டு ஓய்வு நிலையை அடைந்து அடுத்த

மழைக்காலத்தில் முளைக்கின்றன. சைக்னிமேட்டேல் (zygnematales) வகையின் சில பேரினங்களில் இந்தப் பாலணுக்கள் கசையிழையின்றி அமீபா போன்று மெல்ல நகர்ந்து ஒன்றுடன் ஒன்று இணைகின்றன. இந்திகழ்ச்சி இணைப்பு முறைப் பாலினப் பெருக்கம் (conjugation) எனப்படுகிறது. எ-டு: ஸ்பைரோகைரா, சைக்னிமா.

இரண்டாம் முறையான வேற்றுமைக் கலவிப் பாலின பெருக்க முறையில் ஒரு பாலணு பெரியதாகவும் மந்தமாக இயங்குவதாகவும் இருக்கும். மற்றொன்று சிறியதாகவும் கூறுகூறுப்பாக விரைந்து இயங்குவதாகவும் இருக்கும். எ-டு: பாண்டோரைனா, எக்டோகார்பஸ். இதில் பாலணுக்கள் பொதுவாகக் காமிட்டாஞ்சியங்கள் (gametangia) என்னும் பாலணு அகங்களிலிருந்து வெளிவரும். பாலணுக்கள் பாசி உடலுக்கு வெளியே கலந்து ஒன்றாகும். படிமலர்ச்சியில் இம்முறை ஒப்புமைக் கலவியைவிட மேம்பட்டதாகும்.

மூன்றாம் முறையான அண்டக்கலவியில் பெண்பாலணு கருமுட்டை அல்லது முட்டை என்பது பெரியதாகவும் தாயணுவிலுள்ளேயே நிலைத்தும் இருக்கும். இந்தத் தாய்ச் செல்லை ஊகோனியம் (oogonium) என்பர். ஆண் அணுக்கள் சிறியவை; இவை கசையிழைகளைக் கொண்டு வேகமாக இயங்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். ஆண் அணு ஒவ்வொன்றும் ஆந்த்ரோசோய்டு (antherozoid) எனக் கூறப்படுகிறது. பல கேமீட்டுகள் ஊகோனியம் உள்புகுந்து ஒன்று மட்டும் அண்டத்தோடு கலந்து அதைக் கருவுறச் செய்யும். எ-டு: பாலிசிஃபோனியா, ஈடகோனியம். இதன் விளைவாக உண்டாகும் கருவணு, உரையை உருவாக்கிக் கொண்டு ஓய்வு நிலையை அடைகிறது.

டயாட்டத்தில் பாலினப் பெருக்கம் முற்றிலும் சிறப்பான முறையில் நடைபெறுகிறது. ஒவ்வோர் அணுவிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு பாலணுக்களோ அரிதாக நான்கு பாலணுக்களோ உண்டாகும். இவற்றிற்குச் செல்சுவர் எதுவும் இருப்பதில்லை. இவை அமீபா இயங்குவதைப் போல அசைந்து திசுவறைக்கு வெளியே வந்து ஒன்றோடொன்று கலந்துவிடும். இவ்வாறு உண்டாகிய கருவணு, பருத்துப் புத்துயிராக (auxospore) வளரும். சில டயாட்டத்தில் இவ்விதப் பாலணுக்கள் உண்டாகிக் கருவுறல் ஏற்படாமல் ஓர் அணுவிற்குள் ஒரே பெருகும் விதை மட்டும் உண்டாகிறது. அந்தச் செல்லுக்குள்ளேயே இரண்டு நியூக்ளியஸ்கள் தோன்றிப் பின் அவை ஒன்றாகக்கூடும். அப்போது அந்தத் திசுவறையே பெருகும் வித்தாக மாறுகிறது. எ-டு: பிட்டுல்ஃபியா, சைக்னோடெல்லா.

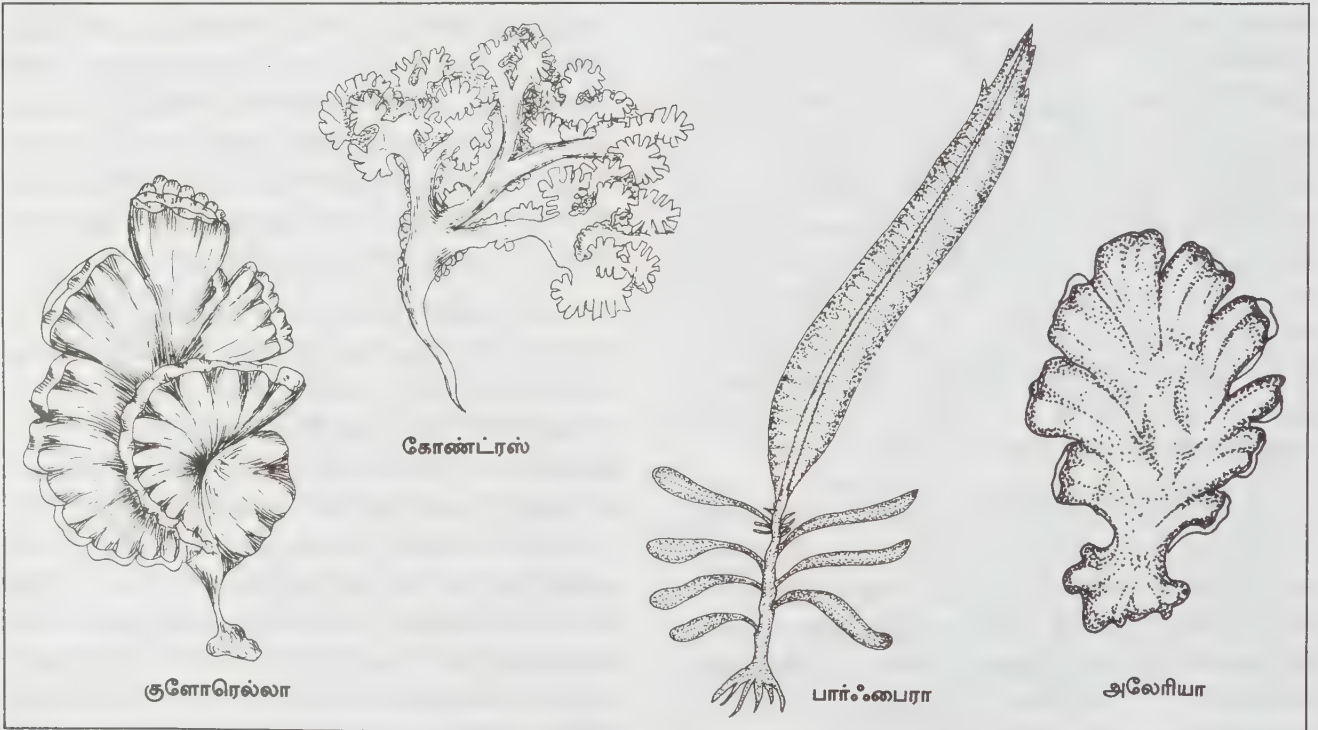
பொதுவாகப் பாசியின் பாலுறுப்புகள் ஒற்றைச் செல்லிலானவை. ஆனால் கேரா போன்ற சில பாசிகளில் பல செல்கள் அமைந்திருக்கும். புரோகேரியோடா எனப்படும் நீலப்பச்சைப் பாசியில் பால் இனப்பெருக்க முறை கிடையாது.

வாழ்க்கைச் சுழல். பாசியின் வாழ்க்கைச் சுழலில் இரண்டு குறிப்பிடத்தக்க தலைமுறைகள் காணப்படுகின்றன. ஒன்றில் பாசியின் வாழ்க்கைச்சுழலில் ஒரு தலைமுறை தனித் தாவரமான செடி இருக்கும். மற்றொன்றில் ஒரே பாசியின் வாழ்க்கைச்சுழலில் இரண்டு சந்ததிகளும் இரு தலைமுறைகளாக அமையும்.

முதல் வகையில் பெரும்பாலான பாசிகளில் முதிர்ச்சி அடைந்த உடலம் பாலில்லாத முறையிலும் பாலின முறையிலும் பெருகுகிறது. பாலணுக்கள் கலந்து ஒன்றானவுடன் கருவணு உண்டாகும். இது பின்பு முதிர் நிலைச் செடியாக வளரும். இவ்வாறு பால் முறையால் இனம் பெருக்கும் செடிகளில் நியூக்ளியஸ் ஒருமயக் (haploid) குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கும். கருவணு மட்டுமே இருமய (diploid) நிலையிலிருக்கும். கருவணு முளைக்கத்

தொடங்கும்போது குன்றல் பகுப்பு நடக்கும். எ-டு: உலோதிரிக்ஸ். இதற்கு மாறாகச் சில பழுப்புப் பாசிகளிலும் டயாட்டங்களிலும் செடி இருமயமாக இருக்கும். இதில் பாலணுக்கள் உண்டாகும் போது குன்றல் பகுப்பு நடைபெறும். பாலணுக்கள் கலந்து ஒன்றாகும்போது இருமயம் நிலைத்துவிடுகிறது. இங்கு இருமய நிலை குறுகியது கருமுட்டையில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

இரண்டாம் வகைக்கு எண்டிரோமார்பா, பாலிசிஃ போனியா, டிக்டியோட்டா ஆகிய பாசிகள் சான்றுகளாகும். இவற்றில் இருமய நிலைச்செடி எனவும் ஒருமய நிலைச்செடி எனவும் இரு தனிச்செடிகள் இருக்கும். ஒருமய நிலைச்செடி பாலின முறையில் இனம் பெருக்கும். உண்டாகும் கருவணு நேரே முளைத்து இருமயசெடியாக வளரும். இருமய நிலைச்செடி பாலில்லா முறையில் இனம்பெருக்கும். செல்கள் உண்டாகும் போது குன்றல் பகுப்பு நிகழும். இந்த இரண்டு நிலைகளையும் தலைமுறைகள் (generations) என்று கூறுவதுண்டு. இவ்வாறு பால் முறையில் இனம்பெருக்கும் ஒருமயச் செடியாகிய கேமிட்டோஃபைட்டும் (gametophyte),



படம் 3. உணவாகும் பாசிகள்



பாலில்லா முறையில் இனம்பெருக்கும் இருமயச் செடியாகிய ஸ்போரோஃபைட்டும் (sporophyte) ஒழுங்காக மாறிமாறி உண்டாகும். இதற்கு தலைமுறைகள் மாற்றம் (alternation of generations) என்று பெயர். எனினும் இந்த இரண்டு செடிகளும் ஒன்று போலவே தோற்றமளிக்கும். இவற்றை இனம் பெருக்கும் சமயத்தில் ஒற்றையெண்ணிலை, இரட்டை யெண்ணிலை எனப் பிரித்தறிய முடியும். இவ்வித வாழ்க்கைச் சுழல், உருவமொத்த அல்லது ஒப்புருவத் தலைமுறை (isomorphic alternation of generation) ஆகும்.

ஹாலிசிஸ்டிஸ், கட்லெரியா, லாமினேரியா முதலிய வற்றில் நடைபெறும் தலைமுறை மாற்றத்தில் இரண்டு செடிகளும் உருவிலும் செல் அமைப்பிலும் வேறுபட்டிருக்கும். கட்லெரியாவில் காமிடோஃபைட் சிறியது. இது பல தகட்டு உடல் கொண்டது. ஸ்போரோஃபைட் மிகப் பெரியது. ஹாலிசிஸ்டிஸ் காமிடோஃபைட் பலூன் வடிவில் இருக்கும். இதன் ஸ்போரோஃபைட் இழை வடிவமாகவும் கிளைகளைப் பெற்றும் இருக்கும். இவ்வகைத் தலைமுறை மாற்றத்திற்கு வேற்றுருவத் தலைமுறை மாற்றம் (heteromorphic alternation of generation) என்று பெயர்.

பயன். தொழிற்சாலைகளிலும், விவசாயத்திலும் பாசி பயன்படுகிறது. உணவாகவும், தீவனமாகவும், மருந்தாகவும் உதவுகிறது. கிரேசிலேரியா, ஜெலிடியம் (gelidium) போன்ற சில சிவப்புப் பாசிகளிலிருந்து அகார் அகார் (agar agar) என்னும் நைட்ரஜன் இல்லாத ஜெலாட்டின் சாறு தயாரிக்கப்படுகிறது. இது குறைவான வெப்ப நிலையில் திண்ம நிலையிலும் வெப்பம் மிகும்போது உருகியும் இருக்கும். இது பாசி, பூசணம், பாக்டீரியாத் தாவரத் திசுக்கள் முதலியவற்றை வளர்க்க ஆய்வுக்கூடங்களில் இடம்பெறும் ஊடகங்களில் சேர்க்கப்படுகிறது. காகிதத் தொழில், துணி, தோல் தொழில்களிலும் இது பயனாகிறது. ஆல்ஜின் (algin) என்பது பாசியின் முதன்மைச் செல்களில் (primary cell wall) இருக்கும் இடையடுக்கிலிருந்து எடுக்கப்படும் பொருள். இது ஆல்ஜினிக் அமிலமாகவும் ஆல்ஜினேட் உப்புக்களாகவும் தயாரிக்கப்படுகிறது. கால்சியம் மற்றும் சோடியம் ஆல்ஜினேட்டுக்கள் செயற்கை முறை நூல் இழைத் தயாரிப்பதற்குப் பயனாகின்றன. ஒப்படர்த்தி மிகுந்த உலோக ஆல்ஜினேட்டுக்களிலிருந்து பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். இது பனிக்குழைவு (ice cream), வண்ணப்பூச்சு (paints), மிட்டாய் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் கெட்டிப்படுத்தும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. துணித் தொழிற்சாலைகளில் அச்சப் பசையாகவும் தடிப்புத்

தரும் பொருளாகவும் ஆல்ஜினேட் பயன்படுகிறது. கேர்ரஜின் என்பது கோண்ட்ராஸ் கிரிஸ்பஸ் போன்ற சிவப்புப் பாசிகளின் செல் சுவரிலிருந்து எடுக்கப்படும் பாலிசாக்கரைடு ஆகும். இதற்கு ஐரிஷ்மாஸ் என்னும் பெயருமுண்டு. இது துணி, தோல், அழகு பொருள், சாராயம் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. இது இருமலுக்குச் சிறந்த மருந்தாகும். டயாட்டம்களின் செல் சுவர்ப்பொருளால் உண்டாக்கப்பட்ட பாறை போன்ற படிவமே டையாட்டோமைட் (diatomite) ஆகும். பல மில்லியன் ஆண்டுகளாக டையாட்டம்கள் கடலில் அடிப்பகுதியில் படிவதால் இப்பாறைகள் உண்டாகின்றன. டையாட்டமைட் என்பது மென்மையாகவும், எடை குறைந்தும், வெண்மையாகவும் இருக்கும். இதைக் கொண்டு ஒளி மற்றும் நெருப்பு ஊடுருவாப் பொருள்கள் செய்யலாம். மிகு வெப்ப உலைகள் தயாரிப்பிற்கு உதவும் இது எண்ணெயை வடிகட்டுவதற்கும் சர்க்கரை ஆலையில் நீர்மங்களை வடிகட்டவும் பயனாகிறது. பியூசல், ஆஸ்கோஃபில்லம் போன்ற பாசிகளிலிருந்து சோடாவும், லாமினேரியா போன்றவற்றிலிருந்து பொட்டாசியமும் கிடைக்கின்றன. அயோடனை வடித்தெடுக்க ரஷ்யர்கள் ஃபில்லேஃபோரா நெர்வாசா என்னும் பாசியையும் ஜப்பானியர்கள் லாமினேரியா, எக்ளோனியா, ஐசீனியா ஆகிய பாசிகளையும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வேளாண்மையில் நீலப்பச்சைப் பாசிகள் காற்றிலுள்ள தழைச்சத்தை நிலைப்படுத்திப் பயிர் வளர உதவுகின்றன. அனபெனா, நாஸ்டாக் போன்றவை இதற்கு உதவுகின்றன. பழுப்பு மற்றும் சிவப்புப் பாசிகள் நேரடிபாக உரங்களாகின்றன. இவை மண், துகள் ஆகியன இணைவதற்குத் துணை புரிகின்றன. நீரிலிருக்கும் கார்பன் டைஆக்சைடை நீக்கி ஆக்சிஜன் செறிந்த நீராக மாற்றுவதற்குக் குளோரெல்லா என்னும் பச்சைப்பாசி உதவுகிறது. விண்வெளிப் பயணத்தில் குளோரெல்லா பெரும் பங்கு கொள்கிறது.

நார்வே, பிரான்ஸ், அயர்லாந்து, அமெரிக்கா, நியூசிலாந்து, ஸ்காட்லாந்து ஆகிய நாடுகளில் வைட்டமின் மற்றும் கனிமங்கள் நிறைந்த பாசிகளைப் பயன்படுத்திக் கால்நடை உணவு, கோழித்தீவனம் இவற்றைத் தயாரிக் கின்றனர். நீரில் வாழும் விலங்குகளுக்குப் பாசி சிறந்த உணவாக அமைகிறது. ஜப்பான், சீனா, ஹவாய் நாட்டினர் பாசியை உணவாக உண்டு வருகின்றனர். பாசிகளில் சில விலங்குக் கறிகளை மணக்கச் செய்ய பயன்படுகின்றன. ஹவாய் நாட்டில் ஏறத்தாழ 40 வகைப் பச்சை மற்றும் சிவப்புப்



பாசிகள் உணவாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. கடற்பாசிகளில் வைட்டமின் B,C, ஃபோலிக் அமிலம், நியாசின், புரதம் முதலியவை மிகுந்துள்ளன. தைராய்டு சுரப்பியின் கோளாறினால் உண்டாகும் முன் கழுத்துக் கழலை (goitre) என்னும் நோய் இப்பாசிகளை உணவாகக் கொள்பவர்களிடையே காணப்படுவதில்லை. உணவாகப் பயனாகும் பாசிகளுள் பார்ஃபெரா, உல்வா, அலேரியா, குளோரெல்லா, கோண்ட்ரஸ் முதலிய பேரினங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை.

மருந்தாகப் பயன்படும் பாசிகளுள் குளோரெல்லா பேரினம் முதன்மையானது. இப்பாசிகளிலிருந்து குளோரெல்லின் என்னும் எதிர் உயிர்ப்பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. லாமினேரியா ஜப்போனியா என்னும் பாசியைத் தேயிலை வடிநீரைப்போலத் தயாரித்து அருந்தினால் உடல் சூடு தணியும்; குருதி தூய்மையாகும்; சுரப்பிகளை வலிமைப்படுத்தும். எனவே, ஜப்பானியர்கள் இதனை மிகுதியாக அருந்தி வருகின்றனர். டைஜீனியா சிம்லெக்ஸ் என்னும் சிவப்பு பாசியிலிருந்து குடற்பழுக்களை அகற்றும் மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தீமை. பாசி காணப்படும் நீர் கெட்டால் அதில் வாழும் உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு உண்டாகும். சில பாசிகள் நச்சுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்து நீரை மாசுபடுத்துகின்றன. எ-டு: மைக்ரோ சிஸ்டின். மீன்களும் பாசி உண்டாக்கும் நஞ்சால் கொல்லப்படுகின்றன. சில பாசிகள் உள்ள நீரில் குளிப்பவர்களுக்குச் சுவாசக் கோளாறும், தோல் நோயும் உண்டாகும். கப்பலிலுள்ள உலோகக் கலங்களில் நாற்றத்தையும், அரிமானத்தையும் பாசி உண்டாக்குகிறது. சில பாசிகள் குடிநீர் எடுத்துச் செல்லப்படும் குழாய்களில் வளர்ந்து அடைத்துக் கொண்டு நீர் பாய்வதைத் தடுக்கும். மேலும் குடிநீரில் நாற்றத்தையும் உண்டாக்கும். கேடு தரும் பாசிகளுள் பிரிம்னெசியம் பார்வம், ஜிம்னோடனியம் வெனிஃபிகம், ஜி.பிரவிஸ், மைக்ரோசிஸ்டின் எருஜினோசா முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. தேயிலை, கொய்யா போன்ற தாவரங்களின் இலைகளின் மீது தோன்றும் செந்துரு (red rust) நோய்ப் பூசணமான செஃபாலியூரஸ் அத்தாவரத்தின் ஒளிச்சேர்க்கையின் அளவைக் குறைக்கிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்

துணைநூல். H.D.Kumar and H.N.Singh, A Text Book on Algae, East-West press Ltd., New Delhi, 1982.

## பாசிக்காளான்

பாசியும் காளானும் இணைந்த கூட்டுயிர், பாசிக்காளான் ஆகும். இதைக் கற்பூ, கற்பாசி, லைக்கன் என்றும் கூறுவர். ஏனைய தாவரங்களைப் போல் அல்லாமல் இது சில சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றுள்ளது. மண், மரப்பட்டைகளின் மேற்பரப்பு, தடித்த இலைகள் போன்றவற்றின் மீது இது காணப்படுகிறது. எந்தத் தாவரமும் வாழ இயலாத வழவழப்பான பாறைகளின் மீதும் இது வளரக்கூடியது. பூசணமும் பாசியும் ஒன்றாக இணைந்து ஒன்றுக்கொன்று உதவியாகக் கூட்டுயிர் வாழ்க்கையை (symbiosis) நடத்துகின்றன.

பாசி, ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலமாகக் கார்போஹைட்ரேட், நைட்ரஜன், கரிமப்பொருள், வைட்டமின் ஆகியவற்றைத் தயாரித்துப் பூசணத்திற்கு அளிக்கிறது. பூசணம், பாசியைச் சுற்றி வளர்ந்து ஒவ்வாத சூழ்நிலைகளிலிருந்து பாசியைப் பாதுகாப்பதுடன் பாசிக்குத் தேவையான நீரையும் தருகிறது. பூசணம் வறட்சி, மிகு வெப்பநிலையிலிருந்து பாசியைப் பாதுகாக்கிறது. பூசணமும் பாசியும் ஒன்றையொன்று அண்டி வாழ்வது தவிர்க்க முடியாததாகும். இதனால் பாசிப்பூசணம் ஏனைய தாவரங்கள் வாழ முடியாத இடங்களில் கூட நன்கு வளர்ச்சியடைகிறது. பாசிப்பூசணம் பல வண்ணங்களில் காணப்படும். அவற்றில் பல பச்சை கலந்த பழுப்பாக இருக்கும். பாசிப்பூசணத்தின் நிறத்திற்குப் பாசிப்பூசண அமிலமே காரணமாகும். நூறு வகையான பாசிப்பூசண அமிலங்கள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பாசிப்பூசண வளர்ச்சிக்குக் குறைந்த ஒளி அளவும் மிகுதியான ஈரப்பசையும் தேவை.

ஆஸ்கோமைகோக்டினா வகுப்பில் உள்ள பூசணங்களே பெரும்பாலும் நெருங்கி வாழ்கின்றன. சில சமயங்களில் பெசிடியோமைகோக்டினா, டிபூட்டிடிரோமைகோக்டினா போன்ற வகுப்புகளைச் சேர்ந்த பூசணங்களும் கூடி வாழ்கின்றன. பாசிப்பூசணக் கூட்டமைப்பில் 27 வகையான பாசிப் பேரினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் நீலப்பச்சைப் பாசியும் (nostoc), பச்சைப்பாசியும் (trebouchia) குறிப்பிடத்தக்கவை. தனித்தனியாக வளர்க்கப்பட்ட பாசியையும் பூசணங்களையும் ஒன்றாகச் சேர்த்து வளர்த்தாலும் பாசிப்பூசணங்கள் கூட்டு வாழ்க்கையை நடத்த முடியும். பாசிப்பூசணங்கள் பலவிதமான வளரிடங்களில் காணப்படுகின்றன. எந்த

உயிரும் தனித்து வாழ முடியாத பாதைகளில் மழமழப்பான பரப்பின் மேலும் இவை செழிப்பாக வளருகின்றன. இவை வறட்சியையும் தாங்கி வளரும் தன்மையுடையன.

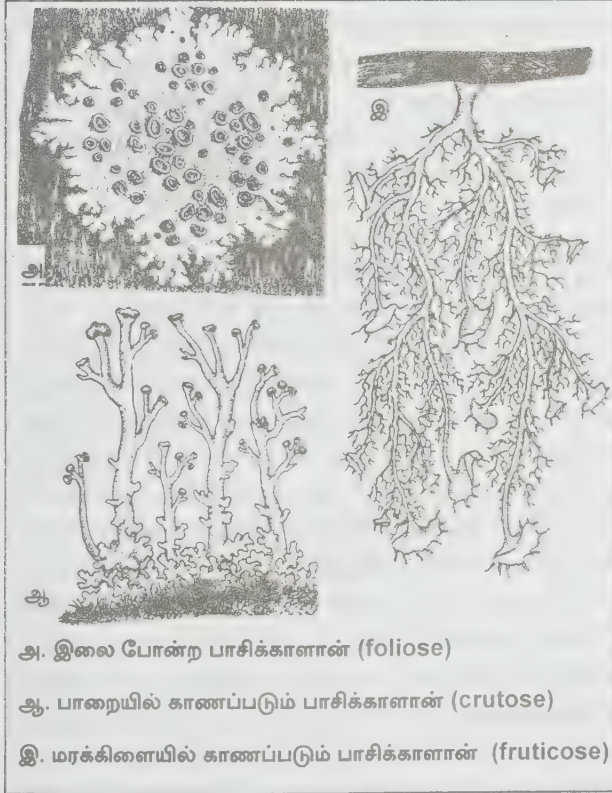
மலையில் எப்போதும் பனியால் மூடப்பட்டுள்ள உச்சி தவிர அனைத்துப்பகுதிகளிலும், பாதைகளிலும் கூட இவை வளரும். நிலநடுக்கோடு முதல் என்றும் பனி மூடியுள்ள இடம் நீங்கலாகத் துருவ எல்லை வரையிலும் பாசிப்பூசணங்கள் பரவியிருக்கின்றன. காற்றில் தூய்மைக்கேடு உள்ள நகரங்களில் இவை வளர்வதில்லை. இதற்குக் காற்றில் கலந்துள்ள நச்சுத் தன்மை வாய்ந்த கந்தக டைஆக்சைடும், ஃபுளூரைடும், காற்றின் ஈரத்தன்மை குறைவும், உயர் வெப்பநிலையும் காரணமாகும். பாசிப்பூசணங்களில் இதுவரை 400 பேரினங்களும் 20,000 சிற்றினங்களும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. குறைவான அளவில் பச்சையம் உள்ளமையும், கனிமங்கள் குறைவாகத் தேவைப்படுவதும் பாசிப்பூசணம் மெல்ல வளரக் காரணமாகும். இவ்வகை

உயிரினங்களால் ஸ்ட்ரான்ஷியம் 90 என்னும் கனிமம் பெருமளவில் சேர்க்கப்படுகிறது.

பாசிப் பூசணத்தின் உடல் வளர்ச்சி வீதம் ஆண்டுக்கு 1மி.மீ. ஆகும். சில வகைப் பாசிக்காளான் ஆண்டுக்கு 4 மி.மீ. வளரும். பாசிப்பூசணம் மரக்கிளையிலிருந்து 1.5 மீ. நீளம் வரை வளர்ந்திருக்கும். உடலம் வளர்ந்து 4-8 ஆண்டுகளுக்குப் பின் இனப்பெருக்கம் உண்டாகிறது. பெரும்பாலான பாசிப் பூசணங்கள் 1000-4500 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்கின்றன. இவற்றின் வளர்ச்சிக்கு நீர் மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

பாசிப்பூசணங்களையும் மற்றத் தாவரங்களைப் போல் கருதிப் பேரினங்களாகவும் சிற்றினங்களாகவும் வகைப்பாடு செய்துள்ளனர். இவ்வகைப்பாட்டில் பூசணத்தின் பெயரையோ பாசியின் பெயரையோ பயன்படுத்துவதில்லை. மற்றொரு வகைப்பாட்டில் பாசிக்காளான்களை ஆஸ்கோ பாசிப்பூசணம் (ascolichens), பெசிட்யோ பாசிப்பூசணம் (basidio lichens), சீரற்ற பாசிப்பூசணம் (imperfect lichens) என மூன்று சிறு வகுப்புகளாகப் பிரித்துள்ளனர். பூசண இணைவுயிரி எந்த வகுப்பைச் சார்ந்துள்ளது என்பதன் அடிப்படையில் இவ்வகைப்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆஸ்கோ பாசிப் பூசணங்களில் பெரும்பாலானவை அபோதீசியத்தையும் சில பெரிதீசியத்தையும் உண்டாக்கும். பெசிட்யோ பாசிப்பூசணங் களை ஹெமெனோ பாசிப்பூசணங்கள் என்றும் கூறுவர்.

பாலினப் பெருக்கமற்ற பாசிப்பூசணங்கள் அனைத்தும் சீரற்ற பாசிப்பூசணங்கள் வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. ஆஸ்கோ பாசிப்பூசணங்கள் என்னும் சிறு வகுப்பில் உடலங்களின் புற அமைப்பில் ஏற்பட்டுள்ள மாறுதல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு 3 வகைகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றுள் முதல் வகையான இலைப் பாசிப்பூசணம் பூக்கும் தாவரத்தின் மெல்லிய இலையைப் போன்று தட்டையான தோற்றத்தைத் தரும். இது மரப்பட்டை மீதும், மண்ணின் மீதும் காணப்படும். இதில் மேலிருந்து கீழே மேற்புறணி, பாசியடுக்கு, இடை அடுக்கு (medullary layer), கீழ்ப்புறணி என்று பல அடுக்குகள் உண்டு. மேற்புறணியும், கீழ்ப்புறணியும் பூசணத்தின் போலிச்சோற்றுத் திசுக்களாலானவை. கீழ்ப்புறணியின் அடியிலிருந்து சில பூசண இழைகள் (hyphae) கீழுள்ள வளரிடத்தில் புகுந்து உறிஞ்சு உறுப்புகளாகச் (haustoria) செயல்படுகின்றன. வெளி வளர்ச்சிகளால் (rhizine) பாசிப் பூசணங்கள் வளரிடத்தில் ஓட்டிக் கொள்கின்றன. இடை அடுக்கின் ஒரு பகுதியில்



அ. இலை போன்ற பாசிக்காளான் (foliose)

ஆ. பாறையில் காணப்படும் பாசிக்காளான் (crutose)

இ. மரக்கிளையில் காணப்படும் பாசிக்காளான் (fruticose)

## பாசிக்காளான்கள் (lichens)



பூசண இழைகள் தளர்வாகப் பின்னியிருக்கும். இதற்கு ஃபைஸ்சியா (physia), ஸ்டிக்டா (sticta), சாந்தோரியா (xanthoria), பெட்டிஜெரா (pettigera), ஃபார்மீலியா (parmelia) என்பவை சிறந்த சான்றுகளாகும்.

இரண்டாம் வகையான பொருக்கு வடிவப் பாசிப்பூசணங்களில் (crustose or crustaceous) உடலம் தட்டையான தூள் போன்ற பொருக்கைப் போலப் பாறை, மரம், நிலம் ஆகியவற்றின் மீது ஒட்டி வளர்ந்திருக்கும். இவற்றை எளிதில் நீக்க இயலாது. இவற்றில் புறணியின் அடுக்குகள் இல்லை. பாசிச் செல்கள் பூசண இலைகளால் சூழப்பட்டிருக்கும். கிராஃபிஸ் (graphis), வெருகேரியா (verucaria), ஹீமட்டோமா (hematomma) முதலியவை இதற்குச் சான்றுகளாகும். மூன்றாம் வகையான பாசிப் பூசணங்களுக்குப் புதர்ப் பாசிப்பூசணங்கள் என்று பெயர். இவை மெல்லிய இழை போன்ற கிளைகள் பல உடையனவாக குச்சம் போல் அடர்ந்து நிமிர்ந்து சிறு புதர் வடிவில் மரக்கிளைகளில் வளர்கின்றன. இதில் இடை அடுக்கு அடர்ந்த பூசண இலைகளால் சூழப்பட்டிருக்கும். பாசித்திசுவறைகள் அடுக்காகவோ கூட்டமாகவோ பூசண இழைகளில் காணப்படுகின்றன. இதற்கு உஸ்னியா (usnea), கிளாடோனியா (cladonia), எவர்னியா (evernia), ராமலினா (ramalina) முதலியவை சான்றுகளாகும்.

பாசிப் பூசணங்களிலுள்ள சிறப்பு உறுப்புகளும் அமைப்புகளும் பின்வருமாறு விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. பாசிப்பூசணங்களின் உடலத்தின் மேற்பரப்பில் ஆங்காங்கே உள்ள மேற்புறணியில் காற்றுத்துளைகள் (air pores) இருப்பதால் காற்றோட்டம் கிடைக்கிறது. ஸ்டிக்டாபோன்ற சில வகைப் பாசிப்பூசணங்களில் கீழ்ப்புறணியில் காற்றுத்துளைகள் (cypehella) உள்ளன. புறணியில் உள்ள துளைகளின் வழியே பூசண இழைகள் வெளிவந்து காணப்படும். பார்மீலியாவில் இத்துளைகளைக் காணலாம்.

சில வகைப் பாசிப்பூசணங்களின் மீது அல்லது உள்ளே இணைவாழ் பாசியைத் தவிர்த்து வேறொரு பாசியும் (cephalodia) இருக்கும். இவ்வாறான வளர்ச்சியை லெக்னோரா, லெசிடியை போன்ற பேரினங்களில் காணலாம். பெரும்பாலான பாசிப்பூசணங்களின் அடிப்பகுதியிலிருந்து நிறமில்லாத அல்லது கறுப்பு இழைகள் கிளைத்தோ கிளைக்காமலோ உண்டாகி வளரிடத்தைப் பற்றிக் கொள்ள உதவி புரிகின்றன. இவை பாசிப்பூசணங்களின் உடலத்தை வளரிடத்துடன் கெட்டியாக ஒட்டிக்கொள்ள உதவுமென்றும்,

வளரிடத்திலிருந்து கரைத்த கரிம, கனிமப் பொருள்கள் பாசிப்பூசணத்தைச் சென்றடைய உதவுமென்றும் அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வுறுப்புகளைப் பார்மீலியா, ஃபைஸ்சியா போன்ற பேரினங்களில் காணலாம். பேரினம் போன்ற பாசிப்பூசணத்தில் ஏடு அல்லது பஞ்சு மெத்தை போல் பல திசுவறைகளும் வேர் போன்ற அமைப்புகளும் காணப்படும்.

பாசிப் பூசணங்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கமே (asexual reproduction) பொதுவாக நடைபெறுகிறது. பாலின இனப்பெருக்கம் (sexual reproduction) அரிதாக நடைபெறுகிறது. பாலிலா இனப்பெருக்கத்தில் இறந்த அல்லது மட்கிக் கொண்டிருக்கும் முதிர்ந்த உடலங்கள் உண்டாகின்றன. உடலங்கள் காற்றாலும் விலங்கு நடப்பதாலும் துண்டுகளாகின்றன. ஒவ்வொரு தண்டும் தனித்தனி உடலங்களாக வளர்ச்சியுறுகிறது. பாசிப்பூசண உடலத்தின் மேற்புறத்தில் புள்ளிகள் நிரம்பிய வெளி வளர்ச்சிகள் (soredia) பல உண்டாகியிருக்கும். உடலத்தின் மீது உண்டாகிய மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான வெளி வளர்ச்சிகள் துகள் போன்று படிந்திருக்கும். இவை ஒவ்வொரு நிறுவும் சில பாசித்திசுச் செல்களும் அவற்றோடு நெருக்கமாகச் சுற்றிப் பூசண இழைகளும் காணப்படுகின்றன. இவை உலர்ந்திருப்பதால் காற்றால் எளிதில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவை நீராலும் பூச்சிகளின் உதவியாலும் பரவும். பின்பு ஒவ்வொரு வெளி வளர்ச்சியும் தனித்தனி உடலமாக வளரும். இவற்றை ஃபைஸ்சியா, ராமலினா, எவெரினா ஆகிய பேரினங்களில் காணலாம்.

சில பாசிப்பூசணங்களில் சிறிய, பவழம் போன்ற கிளைத்த அல்லது கிளைக்காத பல முடிச்சுகள் (isidia) மேற்புறணிப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில் பூசண இழைகளாலான புற அடுக்கும், அதனுள் பல பாசிச் செல்கள் அல்லது இழைகளும் அமையும். பொதுவாக இவை தனித்தனியாகப் பிரிவதில்லை. சில சமயங்களில் உடலத்திலிருந்து இவை பிரிந்து தகுந்த வளரிடத்தில் புதிய பாசிப் பூசணங்களாக வளரும். இவற்றை மிகச் சிறிய பாசிப்பூசணம் என்றும் கூறலாம். இலைப் பாசிப்பூசணப் பேரினங்களான பார்மீலியா, பெட்டிஜெரா ஆகியவற்றில் மடல்கள் (lobules) என்னும் இடம் மாறி வந்த வெளி வளர்ச்சிகள் காளான் உடலங்களில் காணப்படும். மேல் மற்றும் கீழ்ப்பகுதிகளிலும் அமையும் இவை உடலப் பெருக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. பிக்டினியங்களில் (phycnidia) உண்டாகும் கொனிடியங்கள் (conidia) மூலமாகவும் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது.



பாலினப் பெருக்கம். ஆஸ்கோ பாசிப்பூசணங்கள் பாலினப் பெருக்கத்தில் ஈடுபடுவதால் ஆஸ்கோ கார்ப்புகளை மேற்பரப்பில் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆஸ்கோகார்ப், அப்போதீ சியமாகவோ பெரிதீசியமாகவோ இருக்கும். இவற்றுள் அப்போதீசிய வகை ஆஸ்கோகார்ப்புகளே மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இதனைப் பார்மீசியா, உஸ்னியா, ஃபைஸ்சியா ஆகிய பேரினங்களில் காணலாம். ஆஸ்கோ கார்ப்பில் பல ஆஸ்கங்களும் (asci) அவற்றுள் ஆஸ்கோ உள்வித்துகளும் (ascospores) காணப்படுகின்றன. இந்த ஆஸ்கோகார்ப், பைரினாலா (pyrenala) போன்ற பேரினங்களில் பெரிதீசியமாகும்.

நான்கு வெப்ப மண்டலப் பெசிடியோப் பாசிப்பூசணங்களில் (basidio lichens) மட்டுமே பெசிடியே மையொட்டினா வகுப்புப் பூசணங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் பாசிக்கூட்டு பெரும்பாலும் குருகோக்கஸ் (chroococcus) அல்லது சைட்டோனிமா (scytonema) ஆகும். பெசிடியா பாசிப்பூசணங்களில் குறிப்பிடத்தக்கது கோரா பவோனியா (cora pavonia) ஆகும். இது மட்கு நிறைந்த மண், பழைய மரக்கட்டை, அடிமரம், மரக்கிளை ஆகியவற்றில் வளர்ந்திருக்கும். இது ஈரமாயிருக்கும்போது நீலப் பச்சையாகவும் உலர்ந்தபின் சாம்பல் கலந்த வெள்ளை நிறமாகவும் இருக்கும். இதில் பெசிடியாவும் பெசிடிய வித்துக்களும் உற்பத்தியாகும்.

மூன்றாம் சிறு வகுப்பான சீரற்ற பாசிப்பூசணங்களில் போட்ரியினா வஸ்காரிஸ் (botrydina vulgaris) என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இது சிறிய பச்சை நிறமான கோள வடிவில் பசை போன்ற உடலமைப்பின் மையத்தில் பச்சைப்பாசித் திசுவறைகளைக் கொண்டு காணப்படும். பச்சைப்பாசியைச் சுற்றிலும் பூசணத்தில் போலிச் சோற்றுத் திசுக்கள் சூழ்ந்திருக்கும். இதில் எவ்வித வித்துகளும் உற்பத்தியா வதில்லை.

பாசிப்பூசணங்களில் பல பொருளாதாரச் சிறப்பைப் கொண்டிருக்கின்றன. பாசிப்பூசணங்களில் புதர், பொருக்கு வடிவப் பாசிப்பூசண வகைகள், பாறை மண்டலங்களில் குடியேறி அவற்றின் மீது படர்ந்து வளர்வதால் பாறை சிறிது சிறிதாகச் சிதைந்து, பிறகு துகள்களாக மாறிப் பாசிப்பூசணங்கள் இறக்கும்போது உண்டாகும் மட்குடன் கலந்து பல ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு மண்ணாக மாற்றமடைய உதவுகின்றன. இதற்குப் பொருக்கு வடிவப் பாசிப் பூசணங்களில் லிக்கனோரா வெண்டோசா (lecanora ventose), லி.பாலிட்ரோபா (l.polytropa), வெருகேரியா

மியூராலிஸ் (verucaria muralis), பிளகோடியம் சிட்ரைனம் (placodium citrinum) முதலியவையும், இலைப் பாசிக் காளான்களில் பார்மீலியா சாக்ஸ்டாலிஸ் (parmelia sextalis), பார்மீலியா என்கஸ்டா (parmelia encusta) முதலியவையும் உதவுகின்றன. இலைப்பாசிப் பூசணங்கள், புதர்ப்பாசிப் பூசணங்களின் 29 சிற்றினங்களை நத்தை, சிலந்தி, கறையான் ஆகியவை உணவாக உண்கின்றன. கலைமான் (rein deer) என்னும் குளிர் பகுதி மானுக்குக் கிளடோனியா ராங்கிஃபெர்ரினா என்னும் பாசிப்பூசணம் உணவாகிறது.

குளிர் பகுதியிலுள்ள ஊசி இலைக்காடுகளில் வளரும் இப்பாசிப்பூசணத்திற்கு 'ரெயின்டர் மாஸ்' (reindeer moss) என்னும் பெயர் உண்டு. இதைச் சேகரித்து வெப்பமுள்ள நீரை ஊற்றி வைக்கோலுடன் கலந்து சிறிது உப்பையும் சேர்த்துக் கால்நடைகளுக்கு உணவாகத் தரலாம். இதனால் சுவை மிகுந்த பால் மிகுதியாகச் சுரக்கும். பழுப்பு நிறமாக வார் போலப் படர்ந்திருக்கும் பாசிப்பூசணங்களில் செட்டோரியா ஐலாண்டிகா (cetoria islandica) பாசிப்பூசணம் நார்வே, ஸ்வீடன், ஐஸ்லாந்து நாட்டினரால் வளர்க்கப்பட்டு உணவாக உட்கொள்ளப்படுகிறது. இதன் உலர்ந்த பொடியை நீரில் ஊறவைத்துப் பொட்டாசியம், சோடியம் ஆகிய உப்புகளுடன் கலந்து நீரில் வேக வைத்துக் கிடைக்கும் பசை போன்ற பொருளைக் கனிச்சாறு பால் ஆகியவற்றுடன் சேர்த்து உண்கின்றனர். இப்பாசிப்பூசணத்திற்கு ஐஸ்லாந்து மாஸ் (Iceland moss) என்று பெயர். இதைப் பயன்படுத்தி ரொட்டியும் தயாரிக்கலாம். பாசிப்பூசணத்தில் லைக்கனின், ஐசோலைக் கோனைன் ஆகிய வேதிப்பொருள்கள் உள்ளன. இந்தியாவில் பெல்லாரிப் பகுதியினர் பாறை மலர் எனப்படும் பார்மீலியாவையும் ஜப்பான் நாட்டினர் ஐவாத்தசா என்னும் எண்டோகார்பால் மினியேட்டத்தையும் உண்கின்றனர். கூந்தலுக்கு உறுதியளிக்கவும், மஞ்சள் காமாலை, நுரையீரல் நோய், காய்ச்சல், குருதிப்போக்கு, வெறிநாய்க்கடி நச்சு முதலியவற்றை நீக்கவும் உடலை வளர்க்கவும் பாசிப்பூசணங்கள் பயன்படுகின்றன. சிட்டாரியா ஐலேண்டிகா, தோல் பதனிடுதலில் இடம் பெறுகிறது. பாசிப்பூசணத்தைப் பயன்படுத்தி மதுபானங்களும், மஞ்சள், சிவப்பு, பழுப்பு போன்ற சாயங்களும் பாசிப்பூசண அமிலம் உள்ளிட்ட பல அமிலங்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வேதியல் ஆய்வுக் கூடங்களில் பெரிதும் பயன்படும் லிட்மஸ் கரைசல் லெக்கனோரா போன்ற பாசிப்பூசணங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. லொபேரியா பல்மேனியாவிலிருந்து நறுமணப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பாசிப்பூசணங்களை வேக வைத்துக் கோந்தும் கஞ்சியும் தயாரிப்பர். இவற்றைக் காலிகோ அச்சிடுவதற்கும், காகிதங்களுக்கு மையேற்றுவதற்கும், பட்டுத்துணி வகைகளை அழுத்தவும் பயன்படுத்துகின்றனர். பாசிப்பூசணத்திலிருந்து உஸ்னிக் அமிலம், டிடிமிக் அமிலம், தெலிஃபோரிக் அமிலம் போன்றவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. கால்சியம் ஆக்சலேட் என்னும் உப்பு லெக்னோரோ எஸ்குலெண்டா என்னும் பாசிப்பூசணத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்  
இரா. துரை

## பாசிட்ரான்

எலெக்ட்ரானுக்குச் சமமான நிறையுள்ளதும் அதிலுள்ள மின்னுக்குச் சமமான எண் மதிப்பும் ஆனால் நேரினக் குறியும் கொண்ட மின் உள்ளதுமான அடிப்படைத்துகள், பாசிட்ரான் (positron) எனப்படும். எனவே பாசிட்ரான் எலெக்ட்ரானின் எதிர்த்துக் கூறும். அது போன்ற ஒரு துகள் இருக்கக்கூடும் எனப் பி.ஏ.எம். டிராக் என்பார் ஊகித்துக் கூறினார். 1932இல் ஆண்டர்சன் என்பார் முதன்முறையாகப் பாசிட்ரானைப் பதிவு செய்தார். பாசிட்ரானும் எலெக்ட்ரானும் ஒரே வகைத் தற்சுழற்சியும் புள்ளியியல் தன்மையும் கொண்டவை. எலெக்ட்ரான்களைப் போலவே பாசிட்ரான்களும் நிறை மிக்க தனிமங்கள் சிதையும்போது தோன்றுகின்றன. உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்கள் பருப்பொருளைத் தாக்கும்போது எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் இரட்டைகள் உண்டாகின்றன. பாசிட்ரான் அதைப் பொறுத்தவரை நிலைத்தன்மை கொண்டதேயாகும். ஆனால் அண்மையில் எலெக்ட்ரான்கள் இருந்தால் அது அவற்றுடன் மோதி அழிந்துவிடும். அவ்வாறு ஓர் எலெக்ட்ரானும் ஒரு பாசிட்ரானும் மோதி அழியும்போது ஃபோட்டான்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனால் அழிவதற்கு முன் ஒரு பாசிட்ரான் எலக்ட்ரானுடன் இணைந்து மிகச் சிறிய வாழ் நேரமுள்ள பாசிட்ரோனியம் (positronium) என்னும் அணுவாகிறது. ஒரு மின்காந்தப் புலம் எலக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் இரட்டைகளை உண்டாக்கும்போது வெற்றிடம் முனைவாக்கம் செய்யப்படுகிறது. இதன் காரணமாக ஒளியைச் சிதறுகிறது. மேலும் குறுகிய தொலைவில் நிலை மின் கூலும் புலம் மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

சுரோடிஞ்சர், ஹெசன்பர்க் போன்றோரால் உருவாக்கப் பட்ட குவாண்டம் எந்திரவியல் ஒரு சார்பியல் தன்மையற்ற

கொள்கையே. டுளியின் திசைவேகத்தை நெருங்கும் திசைவேகமுள்ள துகள்களை அக்கொள்கையால் விளக்க முடியவில்லை. இத்தகைய துகள்கள், சார்பியல் துகள்கள் எனப்படும். அவற்றின் இயக்க ஆற்றல்  $m_0c^2$  என்னும் அளவை விட மிகுதியாக இருக்கும். இங்கு  $m_0$  என்பது துகளின் ஓய்வு நிறை. அணுக்களைச் சேர்ந்த எலெக்ட்ரான்களுக்கு உரிய திசைவேகங்களில் கூட ( $c/100$ ) அணு நிறமாலைகளை விளக்குவதற்காகச் சார்பியல் தன்மையற்ற கொள்கையில் ஆழமான திருத்தங்களைச் சேர்க்க வேண்டியிருந்தது. 1928-ல் டிராக் முழுமையான சார்பியல் தன்மையுள்ள ஒரு கொள்கையை உருவாக்கினார். அதில் பாசிட்ரான் என்னும் துகள் இருப்பதற்கான வாய்ப்பைக் கண்டுபிடித்தார்.

$m_0$  என்னும் ஓய்வு நிறையும்,  $q$  என்னும் மின்னும் உள்ள ஒரு துகள்  $\bar{V}$  என்னும் திசைவேகத்துடன்  $V(r)$  என்னும் மின்னழுத்தத்தில் நகர்வதாகச் கொள்ளலாம். அங்குக் காந்தப்புலம் எதுவும் இல்லை எனவும் கொள்ளலாம். அதன் சார்பியலற்ற ஹாமில்டோனியன்  $H = P^2/2m_0 + qV(r)$  ஆகும். 1925 இல் சுரோடிஞ்சரும் பிறரும்  $P$ ,  $H$  ஆகியவற்றைச் செயலிகளாக மாற்றி, அவற்றை  $\psi$  என்னும் அலைச் சார்பெண்ணின் மேல் செயல்பட வைப்பதால் கிடைக்கிற ஒரு சமன்பாட்டால் அணு அமைப்புகளை ஓரளவு வெற்றிகரமாக விளக்க முடியும் எனக் கண்டுபிடித்தனர். இச்சமன்பாட்டைத் தீர்வு செய்யும்போது  $\psi(r, t)$  என்னும் அமைப்பின் நிலையையும்,  $\psi$  என்னும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையுடன் கூடியிருக்கிற  $W$  என்னும் ஆற்றலையும் பெற முடிகிறது.  $\psi$  மதிப்புத் தெரிந்துவிட்டால் உந்தம், கோண உந்தம் ஆகியவற்றின் சராசரி மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுவிடலாம்.

1926 - 1928 இல் சுரோடிஞ்சர், கிளெயின், கோர்டன் ஆகியோர் பழங்கொள்கைப் படியான சகமாற்ற (covariant) சார்பியல் ஹாமில்டோனியனின் அடிப்படையில் ஒரு சார்பியல் அலைச் சமன்பாட்டை உருவாக்க முயன்றனர். இது கிளெயின் - கோர்டன் சமன்பாடு எனப்படுகிறது. சுரோடிஞ்சர் சார்பியலற்ற செயலிகளைப் பதிலீடு செய்ததன் மூலம் கிடைத்த தீர்வில் இரண்டு குறிப்பான சிக்கல்கள் இருந்தன.  $H$  நேர்போக்கற்றதாக இருந்ததால் மிகுந்த இயக்கத் தன்மையுள்ள மாறிகளின் சராசரி மதிப்பைப் பொருள் பொதிந்த முறையில் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.  $W \leq -m_0c^2$  என்னும் மதிப்புக்குக் கிளெயின் கார்டன் சமன்பாடு கணிதவியல்படி ஏற்கக்கூடிய ஒரு தீர்வைப் பெற்றிருப்பது இரண்டாம் சிக்கல் ஆகும். இத்தகைய தீர்வைத் தன்னிச்சையாகப் புறக்கணித்துவிட முடியாது. ஏனெனில் நேரின ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து எதிரின ஆற்றல்



நிலைகளுக்குத் தூண்டப்பட்ட மாற்றங்கள் ஏற்பட வாய்ப்பு இருந்தாலே வேண்டும். இவற்றைத் தீர்ப்பதற்காக 1928 இல் டிராக் தக்கபடி நேர்போக்காக்கப்பட்ட ஒரு ஹாமில் டோனியனை அறிமுகப்படுத்தினார். அதன் உதவியால் வருவிக்கப்பட்ட டிராக் சமன்பாடு, செயலிகளின் சராசரி மதிப்புகளைப் பற்றிய சிக்கலைத் தீர்த்து வைத்து, எலெக்ட்ரான் தற்கூற்சி, காந்தத் திருப்புத்திறன் ஆகிய கருத்துகளுக்கும் வழிகோலியது.

பழங்கொள்கை அடிப்படையிலே, மின்பொருள் சுழலுவதால் தோன்றுகிற பயனுறு மின்னோட்டக் கண்ணிகளின் காரணமாக அந்தக் காந்தத் திருப்புத்திறன் ஏற்படுவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். சுழல்காந்தத் தகவு (gyromagnetic ratio) எனப்படுகிற அளவு, சுழலுகின்ற பொருளுக்குள் இருக்கிற மின்பரவீட்டையும், அப்பொருளின் கட்டமைப்பையும் குறிப்பிடுகிறது. 1925 இல் ஊலன்பெக் கௌட்ஸ்மிட் ஆகியோர் எலக்ட்ரானின் இப்பண்புகளைச் சார்பியல்பற்ற கொள்கையில் புகுத்தி, கார அணுக்களின் நிறமாலைகளிலுள்ள நுண்கட்டமைப்புப் பிரிகைகளை விளக்கினர்.  $W \propto -m_0 c^2$  -க்கான டிராக் சமன்பாட்டின் தீர்வுகள் கணிதவியலின்படி ஏற்கக்கூடியவையே. 1929-1931 இல் டிராக்கும் ஏனையோரும் இந்த எதிரின் ஆற்றல் நிலைகளை விளக்க முயன்றனர். அத்தகைய எதிரின் ஆற்றல் நிலைகள் இருக்கவே செய்கின்றன. சாதாரணமாக இந்நிலைகள் அனைத்திலும் எலெக்ட்ரான்கள் அமர்ந்திருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலையில் இரண்டு எலக்ட்ரான்களுக்கு மேல் இருப்பதைப் பலவியின் தவிர்க்கை விதி ஏற்பதில்லை.

அனைத்து ஆற்றல் நிலைகளும் நிறைவு செய்யப்பட்ட நிலையில் ஒரு நேரின ஆற்றல் எலக்ட்ரான் ஓர் எதிரின் ஆற்றல் நிலைக்கு மாற முடியாது. ஆனால் ஓர் எதிரின் ஆற்றல் எலக்ட்ரானுக்குப் போதுமான ஆற்றலைக் ( $>2m_0 c^2$ ) கொடுத்தால் அது ஒரு நேரின ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்லமுடியும். அப்போது எதிரின் ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் கூட்டத்துக்கு நடுவில் ஒரு காலியிடம் அல்லது துளை ஏற்படும். அது ஓர் எதிர் எலெக்ட்ரானைப் போல அதாவது அதே நிறையும், அதே எண் மதிப்புள்ள நேரின மின்னும் கொண்ட துகளைப் போலச் செயல்படும். அதன் மின்  $+e$  எனவும், ஓய்வு நிறை  $m_0$  எனவும் விதிக்கப்பட்டன. அது ஒரு புரோட்டானாக இருக்கலாம் எனத் தொடக்கத்தில் டிராக் கருதிக் கொண்டிருந்தார்.

டிராக்கின் பாசிட்ரான் துளைக் கொள்கை இப்போது முழுமை பெற்றுவிட்டது. டிராக், மற்றத் துகள்களுக்கும் எதிர்ப் புரோட்டான் போன்று எதிர்த்துகள்கள் இருக்கக்கூடும் எனக்

கருத்து வெளியிடத் தொடங்கினார். பாசிட்ரான் கொள்கை சரியாதவறா என்பது, அத்தகைய ஒரு துகளைக் கண்டு பிடிக்கவும், உண்டாக்கவும் முடிந்தால் மட்டுமே தெரியவரும். 1932, 1933 ஆண்டுகளில் ஆண்டர்சன், பிளாக்கெட் ஒக்கியாலினி ஆகியோர் தனித்தனியாக முகிற்கலங்களில் காஸ்மிக் கதிர்களால் உண்டாக்கப்பட்ட பாசிட்ரான்களைக் கண்டுபிடித்தனர். ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தியபோது எலெக்ட்ரான்கள் வளைந்த திசைக்கு எதிரான திசையில் பாசிட்ரான்கள் வளைந்தன. இரண்டாண்டுகளுக்குள் பாசிட்ரானின் மின்னுக்கும் நிறைக்கும் இடையிலான  $e/m$  தகவு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது எலெக்ட்ரானின் மின் - நிறைத் தகவுக்குச் சமமாக இருந்தது.

1932 ஆம் ஆண்டுக்குப் பிறகு டிராக்கின் துளைக் கொள்கையின் பல கிளைக் கருத்துகள் ஆயப்பட்டன. எதிரின் ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் கூட்டத்தோடும், ஃபோட்டான் களோடும் துகள்கள் செய்கின்ற இடைவினைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் என்னும் ஒரு புதிய துறை தோன்ற வழி வகுத்தன. 1949ல் ஃபெயின்மான் காலத்தில் பின்னோக்கிச் செல்கிற ஓர் எலெக்ட்ரானாகப் பாசிட்ரானைக் கணித உருவகமாக்கலாம் எனக் காட்டினார். இதன் மூலம் டிராக் கொள்கையில் தேவைப்படுகிற மிகுதியான தொகையீடுகளைப் பயன்படுத்தாமலேயே பாசிட்ரான் நடத்தைகளைக் கணக்கிட முடிகிறது.

1951-1954 இல் சுவிங்கர், ஜுமினோ, லூடர்ஸ் ஆகியோர் ஒரு துகளும் அதன் எதிர்த்துகளும் சமமான நிறையும் காந்தத் திருப்புத்திறனும் கொண்டவையாக இருக்கும் எனவும் அவை நிலையற்றவையாக இருந்தால் அவற்றின் வாழ் நேரமும் சமமாக இருக்கும் எனவும் கண்டுபிடித்தனர். எதிர்ப் பொருள்களை வைத்துச் செய்யப்படுகிற ஆய்வுகள் மிகவும் துல்லியமாக இருக்க வேண்டும். அவற்றின் பண்புகளும், அவற்றுக்கு நேரான இயல்புப் பொருள்களின் பண்புகளும் முற்றிலுமாக ஒத்திருக்கின்றனவா என்பதைக் கூர்மையாக ஆராய வேண்டும். ஏனெனில் ஒரு துகளுக்கும் அதன் எதிர்த்துகளுக்கும் இடையில் மிகச் சிறிய பண்பு வேறுபாடு தென்பட்டாலும் டிராக்கின் கொள்கை முழுவதுமே தவறாகிவிடும். இதுவரை செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து எலெக்ட்ரானும் பாசிட்ரானும் தம் மின் குறியைத் தவிர ஏனைய அனைத்துப் பண்புகளிலும் ஒத்திருக்கின்றன என்பது தெரிய வருகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். L.I.Schiff. Quantum Mechanics, McGraw-Hill Book Company, New york, 1968.



## பாசிட்ரான்-எலெக்ட்ரான் மோது கற்றை

பாசிட்ரான்களுக்கும் எலெக்ட்ரான்களுக்கும் இடையில் பெருமளவு மோதல்களை ஏற்படுத்துகிற வகையில் கற்றைகளை உண்டாக்குகிற கருவிகள் பாசிட்ரான்- எலெக்ட்ரான் மோது கற்றைக் கருவிகள் எனப்படும். துகள்களும் அவற்றின் எதிர்த்துகள்களும் மோதிக்கொள்ளும்போது அவை அழிந்து ஒரு தூய ஆற்றல் நிலை தோன்றுகிறது. அந்த ஆற்றல் மீண்டும் பல்வேறு வகையான துகள்களாக மாறக்கூடும். துகள்கள் தோன்றுவதற்கான கட்டுப்பாடுகள் மிகுதியாக இல்லை. எலெக்ட்ரானும் பாசிட்ரானும் மோதிக் கொள்ளும்போது தோன்றுகிற இடைநிலைத் தூய ஆற்றல் எளிமைத்தன்மை கொண்டது. அது அறியப்படும் தன்மையது. குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் கொள்கையால் அதன் உருவாக்கத்தை நிறைவு தரும் வகையில் விளக்க முடிந்திருக்கிறது.

எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் மோது கற்றைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளில் பெரும்பாலானவற்றின் பணி, கற்றைகளின் மோதலால் தோன்றிய தூய ஆற்றல் மீண்டும் துகள்களாக மாறுகிறபோது, அத்துகள்களின் பண்புகளையும் தனி இயக்கவியல் (kinematic) பண்புகளையும் கண்டு பிடிப்பதேயாகும். இந்தத் துகள்களுக்கிடையிலான இடை வினைகளைக் கண்டுபிடிப்பதும், மிகை ஓய்வு நிறையுடன் கூடிய புதிய துகள்கள் உள்ளனவா என்று தேடுவதுமே அந்த ஆய்வுகளின் முதன்மை நோக்கம். மோது கற்றைகள் இரண்டும் சமமான ஆற்றலுடையவையாக இருந்தால் அவற்றின் மோதலின் மூலம் தோன்றக்கூடிய துகளின் பெரும நிறை ஆற்றல் ஒரு கற்றையின் ஆற்றலுக்குச் சமமாக இருக்கும். கடந்த சில ஆண்டுகளில் எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் மோது கற்றைகளை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மூலம் சில புதிய துகள் குடும்பங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சில பழைய துகள் பிரிவுகளில் எண்ணிக்கை கூடுதலாக்கப் பட்டிருக்கிறது. இத்தகைய துகள்களுக்கு இடையிலான வினைகளைப் பற்றிப் பல புதிய உண்மைகள் தெரிய வந்திருக்கின்றன. கூடுதல் ஆற்றலுடன் கற்றைகளை மோதவிடக்கூடிய கருவிகள் வடிவமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. இத்தகைய துகள் முடுக்கிகளை உருவாக்கும் கலை அண்மையில் தோன்றியது என்றாலும், இன்று அடிப்படைத் துகள் இயற்பியலில் முதன்மையான செயலாற்றும் கூறுகளில் ஒன்றாகிவிட்டது.

ஆய்வு செய்யக் கருதும் துகள்களை உண்டாக்கும் அளவுக்குப் போதுமான இடைவினை ஆற்றலை உண்டாக்க வேண்டிய தேவையைப் பொறுத்தே மோது கற்றைக்

கருவிகளின் அடிப்படை வடிவமைப்பு வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்த இடைவினை ஆற்றல் நிறை மைய ஆற்றல் எனவும் கருதப்படுகிறது. துகள்களின் ஆற்றல், இரண்டு துகள்களில் ஒன்றின் அல்லது மற்றதன் ஓய்வு நிறைச் சம ஆற்றலை விட மிகப் பெரியதாக இருக்குமானால்  $E_1$  ஆற்றலுள்ள ஒரு துகள்  $E_2$  ஆற்றலுள்ள பிறிதொரு துகளுடன் மோதுகிறபோது தோன்றும் இடைவினை ஆற்றல் ஏறத்தாழ  $\sqrt{4E_1E_2}$ -க்குச் சமம் ஆகும். எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது பாசிட்ரான்களுக்கு ஓய்வு நிறை ஆற்றல்கள் சமம். அவை ஏறத்தாழ அரை மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குச் சமம். ஆனால் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் இடைவினை ஆற்றல்கள் 4 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் அளவில் ஆவலைத் தூண்டும் புதிய நிகழ்வுகள் காணப்பட்டுள்ளன. அந்த அளவுக்கு இடைவினை ஆற்றலைப் பெற வேண்டுமானால் 8000 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள ஒரு பாசிட்ரான் கற்றையை ஓய்விலிருக்கிற ஓர் எலெக்ட்ரானுடன் மோதவிட வேண்டும். கலிஃபோர்னியாவிலுள்ள ஸ்டான்போர்டு நேர்கோட்டுத் துகள் முடுக்கி மையத்திலிருக்கிற 3 கி.மீ. நீளமுள்ள நேர்கோட்டு முடுக்கியே உலகிலேயே பெரிய எலெக்ட்ரான் முடுக்கியாகும். அது 25 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள துகள்களை உண்டாக்க முடியும். இவ்வகை அமைப்பில் 8000 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுகள் ஆற்றலுக்கு எலெக்ட்ரான்களை முடுக்க வேண்டுமானால் 1000 கி.மீ. நீளமுள்ள முடுக்கி தேவைப்படும். இந்தச் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்கு இரண்டு சம ஆற்றலுள்ள கற்றைகளை மோதவிடுவது ஒரு வழி. மேற்காணும் எடுத்துக்காட்டில் தலா 2 கி.எ.வோல்ட் ஆற்றலுள்ள இரண்டு கற்றைகளை மோதவிட்டால் போதுமானது.

சேமிப்பு வளையம் (storage ring) எனப்படுகிற கருவியின் மூலம் பாசிட்ரான்-எலெக்ட்ரான் மோதல்களில் பெரிய இடைவினை வீதங்கள் எட்டப்பட்டிருக்கின்றன. ஓர் எலெக்ட்ரான் சேமிப்பு வளையத்தில் எலெக்ட்ரான் கற்றைகளும் பாசிட்ரான் கற்றைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசைகளில் பல மணி நேரங்களுக்கு வட்டமடித்த பிறகு சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட இடைவினைத் தலங்களில் மோதிக் கொள்கின்றன. முதலில் எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது பாசிட்ரான்கள் அடங்கிய ஒரு சிறு கொத்து வளையத்திற்குள் செலுத்தப்படுகிறது. அவை காந்தங்களால் வளைக்கப்படும் குவிக்கப்படும் ஒரு வட்டமான பாதையில் ஓடச் செய்யப்படுகின்றன. அவை ஓடும் பகுதி  $10^{-8}$  முதல்  $10^{-9}$  டார் (torr) வரையான குறைந்த அழுத்தத்திற்கு வெற்றிடமாக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். இல்லையேல் அதிலுள்ள எஞ்சிய வளிம

மூலக்கூறுகளுடன் எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது பாசிட்ரான்கள் மோதிச் சிதறிவிடும் அல்லது தம் ஆற்றலில் பெரும்பகுதியை இழந்துவிடும். வட்டப்பாதையில் நன்கு பொருந்தாமல் ஆனால் அதை ஒட்டி ஓடி வருகிற துகள்கள் வட்டப்பாதையைச் சுற்றி நிலையான பீட்டாட்ரான் அலைவுகளைச் செய்கின்றன. காந்தப்புலங்களால் வட்டமான பாதைகளில் செலுத்தப்படும் துகள்கள் சிங்ரோட்ரான் கதிர்வீசல் மூலம் ஆற்றலை இழக்கின்றன. உயர் ஆற்றல் கருவிகளில் இந்த ஆற்றல் இழப்பு பெருமளவில் இருக்கக்கூடும். இப்போது வடிவமைக்கப்பட்டு வருகிற மோதுகற்றைக்கருவிகளில் தீர்வு காண வேண்டிய சிக்கல்களில் இதுவும் ஒன்று. இந்த ஆற்றல் இழப்புக்கற்றை ஆற்றலின் நான்காம் மடியை (fourth power), வளைக்கும் காந்தப் பகுதியில் பாதையின் வளைவு ஆரத்தால் வகுத்தால் கிடைக்கும் அளவுக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது. ரேடியோ அதிர்வெண் முடுக்க அமைப்பைப் பயன்படுத்தி இந்த ஆற்றல் இழப்பு ஈடு கட்டப்படுகிறது. காலாந்தரத் தன்மையுள்ள ரேடியோ அதிர்வெண் முடுக்கும் புலம் துகள்களைச் சிறிய கொத்துகளாகத் திரட்டிவிடுகிறது.

சிங்ரோட்ரான் கதிர் வீசல் செயல்முறைகள், குவியப்படுத்தவும் வளைக்கவும் செய்கிற காந்தப் புலங்கள், ரேடியோ அதிர்வெண் அமைப்பு ஆகியவற்றில் கூட்டு விளைவாக ஒரு துகளின் உந்தத்தின் குறுக்கு மற்றும் நெடுக்குத் திசை ஆக்கக்கூறுகள் அனைத்தும் மாற்றமடைந்து, குறுக்குத் திசையில் உந்தமே இராமலும் மைய ஓடுபாதைக்கு ஏற்றவாறு நெடுக்குத் திசை உந்தம் மட்டுமே இருக்குமாறும் துகள்கள் முடுக்கப்படுகின்றன. இம்மாற்றத்தின் நேர மாறிலி, கதிர்வீச்சுத் தணிப்பு நேரம் (radiation damping time) எனப்படும். கதிர் வீச்சுத் தணிப்பு என்பதற்குக் கற்றையில் கட்ட வெளி (phase space) அழியாமல் பராமரிக்கப் படுவதில்லை என்பதைக் குறிக்கும். அறுதியிடப்பட்ட ஓடுபாதையைப் பொறுத்துப் பெரிய வீச்சுகளுடன் அதிர்வு செய்கிற துகள்கள் மெல்ல அந்த ஓடுபாதையை அணுகி வரும். குறிப்பாக உட்புகுத்து அமைப்பால் பெரும் வீச்சுகளுடன் வளையத்துக்குள் செலுத்தப்படுகிற துகள்களின் வீச்சுகள் சுருக்கப்பட்டு அவை உட்புகுத்து அமைப்பிலிருந்து விலகிச் செல்லும். அவை போதுமான அளவு விலகிப் போனதும் உட்புகுத்து அமைப்பு, துகள்கள் அடங்கிய அடுத்த துடிப்பை வளையத்திற்குள் செலுத்தும். இம்முறையில் வலிமை மிகுந்த சுற்றி வரும் மின்னோட்டத்தை வளர்த்துவிட முடியும்.

சிங்ரோட்ரான் கதிர்வீச்சு ஒரு தொடர்ச்சியான செயல்முறையன்று. அது ஒரு குவாண்டம் எந்திரவியல்

செயல்முறையாகும். அதில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்கள் கற்றையின் அளவை உயர்த்த முற்படுகின்றன. குவாண்டம் ஏற்ற இறக்கங்களாலும் கதிர் வீச்சுத் தணிப்பாலும் தோன்றுகிற கூட்டு விளைவு காரணமாகத் துகள்களின் வீச்சு புள்ளியியல் தன்மையில் நிலையான ஒரு பரவீட்டை அடைகிறது. குறுக்கு வீச்சிலும் நெடுக்கு வீச்சிலும் உள்ள பரவீடுகள் காஸ் தன்மையுள்ளவை (gaussian) ஆகும். இந்தப் பரவீடுகளின் திட்ட விலக்கங்கள் (standard deviations) இயல்புக் கற்றைப் பரிமாணத்தை (natural beam size) அளிக்கின்றன.

எலெக்ட்ரான் மற்றும் பாசிட்ரான் கற்றைகளின் இடைவினை வீதம் ஒளிவிளக்கம் (luminosity) என்னும் அளவால் அளவிடப்படுகிறது. ஒளி விளக்கம்  $L = (N^2/A) f$ . இதில்  $N$  என்பது ஒரு கொத்தில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கை. எலெக்ட்ரான் கற்றையிலும் பாசிட்ரான் கற்றையிலும் இது சமமாக இருப்பதாகக் கொள்ளப்படுகிறது.  $A$  என்பது பயணத் திசைக்குச் செங்குத்தான தளத்தில் கொத்தின் பரப்பளவு.  $f$  என்பது கருவியில் ஒரு நொடியில் ஏற்படும் மோதல்களின் எண்ணிக்கை. இன்றைக்கு உள்ள எலெக்ட்ரான் பாசிட்ரான் மோதுகற்றைக் கருவிகள் அனைத்தும் மோதல் நிலைகளுக்கு அருகில் சிறப்பான குவியப்படுத்தும் அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி  $A$  இன் அளவைக் குறைத்துக் கொள்கின்றன. மேலும்  $N$  மதிப்பை மிகுதிப்படுத்துவதற்காக உயர் ஆற்றல் ரேடியோ அதிர்வெண் அமைப்புகளையும் பயன்படுத்துகின்றன. எனினும்  $(N/A)$  மதிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் போனால் மோதும் கற்றைகள் நிலைத் தன்மையை இழந்து துகள்கள் வளையத்திலிருந்து தப்பிவிடுகின்றன. ஒரு கற்றையிலுள்ள துகள் மற்றக் கற்றையின் வழியாகக் கடந்து செல்லுகிறபோது அதன் மேல் செயல்படுகிற வலிமைமிக்க மின்காந்தப் புலங்களின் காரணமாகவே இம்மேல் வரம்பு தோன்றுகிறது. இவ்விசைகள் ஒரு நேர் போக்கற்ற குவியில்லைக்குச் சமமானவை. அவற்றின் வலிமை மற்றக் கற்றையின் மையத்திலுள்ள ஒரு துகளுக்கு மிகப் பெருமமாகவும், மையத்திலிருந்து தள்ளியிருக்கிற துகளுக்குச் சிறுமமாகவும் உள்ளது. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட கருவிக்குச் சிங்ரோட்ரான் கதிர் வீச்சு இழப்பை ஈடுசெய்வதற்கு அளிக்கப்படக்கூடிய ரேடியோ அதிர்வெண் ஆற்றலாலும், கற்றைகளில் உள்ள மிகப் பெரிய உச்ச அளவு மின்னோட்டத்தாலும்  $N$  மதிப்புக்கு ஓர் உயர் வரம்பு விதிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இம்மின்னோட்டம் வெற்றிடக் கலத்திற்குள் மின் காந்தப் புலத்தை உண்டாக்குகிறது. இப்புலம் கற்றையின் மீது எதிர்வினை செய்து அதன் வலிவைக் குறைக்க முடியும்.



இப்போதைய உயர் ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் பாசிட்ரான் சேமிப்பு வளையக் கருவிகளிலிருந்து வெளிப்படும் சிங்ரோட்ரான் கதிர்வீச்சு 0.1-10 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட செறிவு மிக்க எக்ஸ் கதிர்க் கற்றைகளை உண்டாக்க உதவுகிறது. இந்த எக்ஸ்கதிர்கள் திண்மநிலை இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், மருத்துவம் ஆகிய துறைகளில் ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. இது வெற்றிகரமாகச் செயல்படுவதன் காரணமாக சிங்ரோட்ரான் கதிர்வீச்சை உண்டாக்குவதற்காகவே சிறப்பாக வடிவமைக்கப் பட்ட எலெக்ட்ரான் சேமிப்பு வளையங்கள் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

கே.எஸ். ராமச்சந்திரன்

## பாசிட்ரோனியம்

எலெக்ட்ரானும் அதன் எதிர்துகளான பாசிட்ரானும் கூடியிருக்கிற ஹைட்ரஜன் போன்றதொரு கட்டுண்ட நிலை பாசிட்ரோனியம் (positronium) ஆகும். 1951இல் மார்ட்டின் டியூட்ஸ் என்பார் இதைக் கண்டுபிடித்தார். அது முதற்கொண்டு கொள்கை முறையிலும் ஆய்வு முறையிலும் இதைப் பற்றிய தீவிரமான ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. இன்றுள்ளவற்றில் மிகத் துல்லியமான கொள்கையாகக் கருதப்படுகிற குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் சரியா தவறா என்று கண்டுபிடிப்பதே அந்த ஆய்வின் நோக்கமாக இருக்கிறது. எலெக்ட்ரான் நேரின மியூமெசானுடன் கூடியிருக்கிற கட்டுண்ட நிலையான மியூவோனியமும், பாசிட்ரோனியமும் குவாண்டம் மின்னியக்கவியலுக்குச் சிறப்பியல் தன்மையுள்ள உரைகற்களாகப் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில் அவை தூய லெப்டான் அமைப்புகள். அவற்றின் நிறமாலைகளுக்கு விளக்கம் அளிப்பதில் நிறை மிக்க துகள்கள் குறுக்கிடுவதில்லை. பாசிட்ரான் பருப்பொருளில் வேகமிழக்கும்போது ஏதாவது ஓர் அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரானை எடுத்துக் கொண்டு பாசிட்ரோனியமாக மாறி விடுகிறது. இறுதியில் அது உயர் ஆற்றல் காமாக் கதிர்களாகச் சிதைகிறது. ஆனால் அதற்கு  $10^{-10}$  முதல்  $10^{-7}$  நொடி நேரமாகிறது. ஆகவே பாசிட்ரோனியத்தின் ஆற்றல் மட்டங்கள் கணிசமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பாசிட்ரோனியம் அழியும்போது வெளிப்படும் காமாக் கதிர்களை ஆராய்வதன் மூலமாகவே அதைப் பற்றி அணைத்துத் தகவல்களும் சேகரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அழிவு ஏற்பட வேண்டுமானால் எலெக்ட்ரானும் பாசிட்ரானும் மிக

நெருக்கமாக இருக்க வேண்டும். எனவே  $l = 0$  என்னும் கோண உந்தமுள்ள S நிலைகளிலிருந்தே முக்கியமாக அழிவு நிகழ்கிறது.  $l = 0$  அல்லாத நிலைகள் ஒளியை உமிழ்ந்து S நிலையாகச் சிதையும். கோண உந்தம், சமான்ம், மின் பரிமாற்றம் ஆகியவற்றின் அழியாமை விதிகளின் அடிப்படையில் அமைந்த தேர்வு விதிகள் தற்குழற்சி சார்ந்த அழிவுப் பண்புகளுக்கே வழி செய்கின்றன. எலெக்ட்ரானும் பாசிட்ரானும் இணையான தற்குழற்சி உள்ளவையாக அமைந்த ஆர்த்தோ - பாசிட்ரோனிய நிலைகள் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் காமாக் கதிர்களாக மாறி அழிகின்றன. ஒற்றையான காமாக் கதிர் தோன்றும் அழிவு அரிதாகவே ஏற்படுகிறது. ஏனெனில் அவ்வாறு நிகழ அணுக்கரு போன்ற மூன்றாம் துகள் ஒன்று அமைய வேண்டியுள்ளது. எலெக்ட்ரான், பாசிட்ரான் தற்குழற்சிகள் எதிரிணையாக அமைந்த பாரா பாசிட்ரோனிய நிலைகள் அழிந்து இரட்டைப் படை எண்ணிக்கையிலான காமாக் கதிர்களாக மாறுகின்றன. காமாக் கதிர்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது அழிவுக்கான நிகழ்வாய்ப்பு விரைந்து குறைகிறது. சிறும ஆற்றல் நிலையிலுள்ள  $1^1S$  பாரா பாசிட்ரோனியம்  $1.25 \times 10^{-10}$  நொடியில் இரண்டு காமாக் கதிர்களாகச் சிதைகிறது. ஆர்த்தோ பாசிட்ரோனியம்  $1^3S$  மூன்று காமாக் கதிர்களாகச் சிதைய ஏறத்தாழ  $1.4 \times 10^{-7}$  நொடி ஆகிறது. ஒரு வளிமத்தில் பாசிட்ரான்கள் அழிகிற நேர நிறமாலையில் (time spectrum) ஒரு நீண்டவாழ் நேர ஆக்கக் கூறு இருப்பதைக் கண்டதாலேயே டியூட்ஸ்க்குப் பாசிட்ரோனியத்தைப் பற்றிய கருத்துத் தோன்றியது. நீண்டவாழ் நேரமுள்ள ஆர்த்தோ பாசிட்ரோனிய  $1^3S$  நிலை NO போன்ற மூலக்கூறுகள் உள்ளமையால் பாதிக்கப்படுவதிலிருந்து பாசிட்ரோனியம் இருப்பது உறுதி செய்யப்பட்டுப் பாசிட்ரோனிய இயற்பியல், வேதியியல் போன்ற துறைகள் உருவாகத் தொடங்கின.

பாசிட்ரோனியத்தின் முதன்மை ஆற்றல் மாலை ஹைட்ரஜனினுடையதை ஒத்த வடிவத்தில், ஆனால் இரண்டு மடங்கு சிறியதாக அமைந்திருக்கிறது. பாசிட்ரானும் எலெக்ட்ரானும் சமநிறை கொண்டவையாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம்.  $E_n = -\frac{1}{2}R(1/n^2)$ . இதில்  $R = \frac{1}{2}mc^2\alpha^2$ ,  $m$  என்பது எலெக்ட்ரான் அல்லது பாசிட்ரானின் நிறை.  $\alpha$  என்பது நுண்கட்டமைப்பு மாறிலி  $= e^2/hc \approx 0.0073$ . இவ்வாறு பாசிட்ரோனியத்தின் பிணைப்பு ஆற்றல் ஏறத்தாழ 6.8 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். ஹைட்ரஜனின் பிணைப்பு ஆற்றல் ஏறக்குறைய 13.6 எ.வோல்ட். ஆனால் பாசிட்ரோனியத்தின் நுண் கட்டமைப்பு ஹைட்ரஜனின் நுண்கட்டமைப்பிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டிருக்கிறது.



ஹைட்ரஜனிலும் ஏனைய சாதாரண அணுக்களிலும் நுண்கட்டமைப்புக்கும் மிகு நுண் கட்டமைப்புக்கும் இடையில் காணப்படுகிற பெருத்த வேறுபாடுகள் பாசிட்ரோனியத்தில் இல்லை. பாசிட்ரானின் காந்தத் திருப்புத்திறனின் எண் மதிப்பு எலெக்ட்ரானினுடையதற்குச் சமமாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம். தற்சுழற்சிகளுக்கிடையிலான இடைவினையின் எண்மதிப்பும் தற்சுழற்சிக்கும் ஒடுபாதைக்கும் இடையிலான இடைவினைகள் எண் மதிப்பும் ஒரே வரிசையிலமைந்துள்ளன. பாசிட்ரோனியம் ஒரு துகளும் அதன் எதிர்த்துகளும் சேர்ந்து கட்டுண்ட நிலையாக உள்ளமையால் சிறும வரிசையில் தோற்ற அழிவு இடைவினையினால் ஆற்றல் மட்டங்கள் மேலும் பிரிக்கப்படுகின்றன.  $n = 1$  மட்டங்களின் ஆற்றல் பிரிகை  $\Delta E = E(1^3S) - E(1^1S)$ . அது  $\frac{7}{6} \alpha^2 R$  என்ற சிறும வரிசையில் உள்ளது. இதில்  $\frac{4}{6} \alpha^2 R$  தற்சுழற்சிகளுக்கிடையிலான காந்தத் திருப்பு திறன் இடைவினையாலும் எஞ்சியுள்ள  $\frac{3}{6} \alpha^2 R$ , தோற்ற அழிவு இடைவினையாலும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

பாசிட்ரோனியத்தை வைத்து முதன்முதலாக எடுக்கப் பட்ட நிறமாலை அளவு  $\Delta E.B$  என்னும் வரையறுக்கப்பட்ட ஒரு காந்தப் புலத்தில்  $m = 0$  என்னும் காந்தக் குவாண்டம் எண்ணுக்கு ஒத்த மும்மை மற்றும் ஒற்றைக் குவாண்ட நிலைகள் கலந்துவிடுகின்றன. இதனால் இரட்டைக் காமாக் கதிர் அழிவு வீதம் மேம்பட்டு விடுகிறது. ஒரு ரேடியோ அதிர்வெண் புலம் கலக்கப்படாத  $m \pm 1$  நிலைகளுக்கும் கலந்த  $m=0$  நிலைக்கும் இடையில் மாற்றங்களைத் தூண்டுகிறது. இதன் காரணமாகத் தகுந்த ரேடியோ அதிர்வெண்ணில் ஒரு ஒத்ததிர்வான இரட்டைக் காமாக் கதிர் உமிழ் அளவை அதிகப்படுத்தி மும்மைக் காமாக் கதிர் உமிழ் அளவைக் குறைத்து விடுகிறது. இந்த ரேடியோ அதிர்வெண்  $B$ ,  $\Delta E$  ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. இதன் மூலம்  $\Delta E$ -ஐத் துல்லியமாக அளவிட முடிகிறது. கடந்த 35 ஆண்டுகளில் இந்த உத்தியின் மூலம் மேன்மேலும் துல்லியமாக  $\Delta E/h$  மதிப்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வந்திருக்கிறது. கொள்கை முடிவுகளும் ஆய்வு முடிவுகளும் முறையான அளவில் ஒத்திருக்கின்றன.

$\Delta E/h$  மதிப்புகளுடன், அழிவு வீதங்களும் குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் அடிப்படையில் வெளியிடப்பட்டிருக்கிற ஊகங்களைச் சரிபார்க்க உதவுகின்றன.  $1^1S$  நிலையின் இரட்டைக் காமாக் சிதைவு வீதத்தை  $\Delta E/h$  அளவீட்டின் ஒத்ததிர்வு வரியின் அகலத்திலிருந்து மறைமுகமாகக் கணக்கிடலாம்.  $1^3S$  பாசிட்ரோனியத்தின் மும்மைக் காமாக வாழ் நேரத்தை நேரடியாகவே அளவிடலாம்.

பாசிட்ரோனியத்தின் கிளர்வுற்ற நிலைகளில் நுண் கட்டமைப்புப் பிரிகையும் குவாண்டம் மின்னியக்கவியலைச் சரிபார்க்க உதவுகிறது. எறத்தாழ 20 ஆண்டுகளுக்குப் பாசிட்ரோனியத்தின் கிளர்வுற்ற நிலைகளை உண்டாக்கவும் காட்சிப் பதிவு செய்யவும் நடைபெற்ற முயற்சிகள் வெற்றி பெறவில்லை. சில எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலே கொண்ட பாசிட்ரான்களால் பாசிட்ரோனியம் உண்டாக்கப்படுவதால், வழக்கமான வளிம ஆய்வுகள், வளிம அணுக்களைக் கதிரியக்க மூலத்திலிருந்து விரைந்து வரும் பாசிட்ரான்களின் ஆற்றலைத் தணிப்பதற்கும் எலெக்ட்ரான்களை உண்டாக்குவதற்கும் பயன்படுத்துகின்றன. தேவையான வளிம அடர்த்திகளில் பாசிட்ரோனியக் கிளர்வு நிலைகள் தோன்றினால் அடுத்து வரும் மோதல்களால் எளிதாகக் கலைக்கப்பட்டுவிடும். விரைவுப் பாசிட்ரான்கள் வளிமத்தை அயனியாக்கம் செய்வதால் ஒரு தீவிரமான கதிர்வீச்சுப் பின்னணியும் உருவாகிறது. இதன் காரணமாகக் கிளர்வுற்ற நிலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் சிதைவு ஒளியைப் பதிவு செய்ய முடியாமல் போகிறது.

தற்போது குறைந்த ஆற்றலும் உயர்ந்த செறிவும் கொண்ட பாசிட்ரான் கற்றைகளை உண்டாக்குவதில் வெற்றி சிட்டியிருக்கிறது. சில எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள மெது பாசிட்ரான்களை வெவ்வேறு திண்பரப்புகளில் செலுத்தினால் அவை அங்கிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானைப் பிடித்துக் கொண்டு பாசிட்ரோனியமாக வெளிப்படுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு மெது பாசிட்ரான் களால் ஒரு திண்ம இலக்கைத் தாக்கி அதற்கு வெளியிலுள்ள ஒரு வெற்றிடத்தில் பாசிட்ரோனியங்களைப் பெறமுடியும். அந்தப் பாசிட்ரோனிய அணுக்களில் ஒரு சிறு பின்னம் முதல் கிளர்வுற்ற நிலையில் உண்டாவதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது.  $2P$  நிலைகள்  $1S$  நிலைகளுக்குச் சிதைவடையும்போது 2430 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலை நீளமுள்ள புற ஊதா ஃபோட்டான்கள், சிறும ஆற்றல் நிலையின் அழிவு காமாக் கதிர்களுடன் சேர்ந்து வெளிப்படுவதைப் பதிவு செய்ததன் மூலம் இந்தக் கிளர்வுற்ற நிலைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதன் மூலம் பாசிட்ரோனியத்தின்  $n = 2$  நிலைகளின் நுண் கட்டமைப்பை அளவிட வழியேற்பட்டது. பாசிட்ரோனிய அணுக்கள் ஒரு ரேடியோ அதிர்வெண் குழியில் (cavity) உருவாக்கப்பட்டன. இவ்வாய்வுகளில் கிடைத்த முடிவுகள் குவாண்டம் மின்னியக்கவியலின் ஊகங்களுடன் பொருந்தியிருந்தன.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். V.W. Hughes, *Atomic Physics*, Plenum Press, New York, 1972.

## பாசிப் பயறு

காண்க: பச்சைப் பயறு

## பாசிப் பூசணம்

காண்க: பாசிக் காளான்

## பாசில்லேரியோபைசி

பாசிகளில் பல வகை உள்ளன. பாசில்லேரியோபைசி (bacillariophyceae) என்பது ஒரு செல்லினால் ஆன, கசையிழைகள் அற்ற, பெட்டி போன்ற அமைப்புடைய பாசியாகும். இதன் செல்சுவரில் சிலிகாப் படிவு காணப்படும். பொதுவாக இது டயாடம் என்னும் பெயரால் குறிக்கப்படும். டயாடம் செல்சுவரில் மெல்லிய அல்லது தடித்த சிலிகாத் துண்டுகள் மெல்லிய பாலிசாக்கரைடு அடுக்கின் அடியில் காணப்படும். ஒவ்வொரு டயாடம் செல்லும் சோப்புப் பெட்டியில் இருப்பதைப் போல் மேல், கீழ் மூடிகளாகவும் (valve) அவை ஒன்றை ஒன்று நன்றாகப் பொருந்தும் படியாகவும் உள்ளன. மூடிகளுக்கு இடையே பக்கவாட்டில் பல சிறிய துண்டுகள் இடைப்பட்ட வளையப் பட்டைகளாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூடிகள் தேன்கூடு போன்ற பல துளைகள் உடைய அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இனங்களுக்கு ஏற்றவாறு இந்த அமைப்புகள் மாறுபடுகின்றன. மூடிகளின் சமச்சீர், அவற்றின் நுண்ணிய அமைப்பு, அவற்றில் காணப்படும் அமைப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு டயாடம் வகைப்படுத்தப்படும். இன்று உயிர் வாழும் டயாடம்களுள் 200 பேரினங்களும், 12,000 இனங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

டயாடம்களை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். பெட்டியின் அமைப்புப் பண்புகள் மைய முனையில் இருந்து ஆர்ப்போக்கில் விளிம்பு நோக்கிச் செல்வது மையப் பெட்டி (centric valve) எனப்படும். இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட மைய முனையில் இருந்து அமைப்புப் பண்புகள் வரிசையாக இருப்பது கோனியாய்டு பெட்டி (Gonoid valve) எனப்படும். அமைப்புப் பண்புகள் ஒரு கோட்டில் சமச்சீராக அமைந்திருப்பது பென்னேட் பெட்டி (pennate valve) எனப்படும். முதலில் கூறப்பட்ட டயாடம்கள் ஆர்ச்சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் (centric diatoms) என்றும், பின்னர் கூறப்பட்டவை இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் (pennate diatoms) என்றும் குறிப்பிடப்படும். ஆர்ச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் வட்ட, அரைவட்ட, நீள் கோள அல்லது

பல கோள வடிவாகப் பெட்டித் தோற்றத்தில் காணப்படும். இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் படகு, பிறை, ஊசி வடிவங்களில் உள்ளன. டயாடம் செல்லில் ஒரு நியூக்ளியசும், ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட பசுங்கணிகங்களும் காணப்படும். நிறமற்ற டயாடம்களில் பசுங்கணிகங்கள் இருப்பதில்லை. பசுங்கணிகங்கள் நுண்ணியவாசுவோ, அகன்றோ தட்டுகளைப் போலக் காணப்படும். பசுங்கணிகங்களில் பச்சையம் a, c என்பவற்றை மஞ்சள் நிற நிறமிகளான கரோடின சாந்தோபில்கள் மறைப்பதால், டயாடத்தின் உட்பகுதி மஞ்சள் அல்லது கரும் பழுப்பு வண்ணமாக உள்ளது. மஞ்சள் நிறமிகளுள் ஃபுகோசாந்தின் என்பது சிறப்பானது. ஒரு சில இனங்களில் பைரினாய்டுகள் உள்ளன. தைல்காய்டுகள் மூன்று மூன்றாக உள்ளன. பசுங்கணிகம் DNA ஒரு வளையம் போல் விரவியுள்ளது. செல் பகுப்பின்போது கதிர் வடிவத்தில் நுண் குழல்கள் இருப்பது டயாடம் செல்லின் சிறப்பு ஆகும்.

இனப்பெருக்கம். மூடி இரண்டு கூறுகளாகப் பிளவுபடுவது உடலப் பெருக்கத்தில் காணப்படுகிறது. நேர் பகுப்பிற்குப் பிறகு பழைய மூடிக்குள்ளாக இரண்டு புதிய மூடிகள் உண்டாகின்றன. எனவே ஒரு சேய்ச் செல் தாய்ச் செல்லின் அளவே உள்ளது. மற்றொரு சேய்ச் செல் தாய்ச் செல்லைவிடச் சிறியதாகிறது. இவ்வாறு செல் பகுப்புகள் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டே வரும்போது டயாடம் செல்களின் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே வந்து, அதன் பழைய அளவில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு சிறியதாகிவிடும். இந்தச் சிறிய அளவில் இருந்து அதன் பழைய பெரிய அளவினைப் பெறப் பாலினப்பெருக்கம் அல்லது பாலில்லா மீள் பிறப்பித்தல் செயல் நடைபெறுகிறது. இருபக்க, ஆர்ச்சமச்சீர் கொண்ட டயாடம்களின் உடலச் செல்கள் இருமயமானவை. அவற்றிலிருந்து இணைவிகள் உண்டாகும்போது குன்றல் பகுப்பு நிகழ்கிறது. ஆர்ச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்களில் முட்டை இஃணவு (oogamous) முறையில் பாலினப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. இவற்றின் செல் ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு பெண் இணைவிகளும், மற்றொரு செல்லில் இருந்து 128 ஆண் இணைவிகளும் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு ஆண் இணைவியிலும் ஒரே ஒரு கசையிழை முன் பக்கத்தில் இணைந்துள்ளது. ஏனைய கசையிழைகளில் காணப்படும் நுண்குழல் உறை இதன் கசையிழைகளில் இருப்பதில்லை.

இரு பக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்களில், ஒவ்வொரு டயாடம் செல்லும் ஒன்று அல்லது இரண்டு இணைவிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை அமீபாவைப் போல் நகரும் தன்மை கொண்டவை. இணையும் இணைவிகள் ஒத்தவை அல்லது



வேறுபாடு உடையவை. இருபக்க, ஆர்ச்சமச்சீர் உடைய டயாடம்களின் கருமுட்டை பெரிதாகி ஆக்சோஸ்போரினை (auxospore) உண்டாக்குகின்றன. அதன் கரிமச் சுவர் சிலிகாச் செதில்கள் அல்லது வளையங்களால் மூடப் பட்டிருக்கும். சேய்ச் சந்ததிகளின் செல் சுவர்களில் அழகு தரும் அமைப்புகள் தோன்றத் தொடங்குகின்றன. டயாடம் செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குறைந்தாலும், செறிவு மிகுந்த ஒளியில் பாலினப் பெருக்கத்தைத் தூண்டுகின்றன. பட்டையான தழும்பு (raphe) அமைப்பு உடைய இருபக்கச் சமச்சீர் டயாடம் உடலச் செல்களில் மட்டுமே நகர்வு காணப்படுகிறது. இந்தத் தழும்பு அமைப்பில் சிக்கலான நீள் போக்குச் சிறு திறப்பு அல்லது முனைக்களுக்கிடையே ஆன சிறு திறப்பு, சுவரில் இரு மூடிகளுக்கு இடையே செல்லும். தழும்பு உடைய மூடித் தளத்துடன் தொடர்பு உடையதாக இருந்து நீள் போக்குத் தழும்பில் இருந்து பாலிசாக்கரைடு சுரந்தால் டயாடம் செல்களில் நகர்வு ஏற்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து சைட்டோப் பிளாசத்தில் உள்ள நுண் இழைக் கட்டுகளின் இயக்கமும் நகர்விற்கு உதவுகிறது.

**சூழ்நிலையியல்.** பெரும்பாலான டயாடம்களில் ஒளிச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. பல டயாடம்கள் உயிர்வாழ வெளியில் இருந்து சில வைட்டமின்கள் தேவைப்படுகின்றன. கழிவுகளிலும், பழுப்புப் பாசிகளின் வழுவழப்பான பகுதிகளிலும் பெருமளவிலான ஊட்டச்சத்துகள் இருப்பதால் நிறமற்ற டயாடம் செல்கள் அங்குக் காணப்படுகின்றன. டயாடம் செல் சுவர்கள் சிலிகாவினால் ஆக்கப்பட்டவை. சிலிகேட் இராவிடில் டயாடம் செல்கள் பகுப்பு அடைவதில்லை. டயாடம் செல்கள் சிலிகேட் உட்கொள்ளுவதை ஜெர்மானியம் தடுக்கிறது. டயாடம் செல்களின் சேமிப்புப் பொருள்களாக லிபிடு, கிரிசோலாமினேரின் என்னும் பாலிசாக்கரைடு உள்ளன.

**வாழிடம்.** ஈரம் உள்ள பகுதிகளில் டயாடம்கள் தனியாகவோ, ஒட்டிக் கொண்டோ காணப்படும். அவை ஒற்றையாகவோ கூட்டமைவிலோ அமைந்திருக்கும். நீண்ட கூர் வளரி, பிசிறி போன்றவை மிதவை ஆர்ச்சமச்சீர் டயாடம்களுக்கு உதவுகின்றன. ஆழ்நீரில் தனியாக இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் வாழ்கின்றன. தளத்துடன் டயாடம் செல்லை நிலை நிறுத்தினால் அதன் கீழ் மூடிப் பக்கமாக ஜிலேடினினால் ஆகிய மெத்தை அமைப்பு அல்லது காம்பு அல்லது ஜிலேடின் உறைப் படிவத்தால் சூழப்பட்டுச் செல் நிலை நிறுத்தப்பட்டிருக்கும். தனிப்பட்ட செல்களின் மூடிகளில் உள்ள கூர் வளரிகள் ஒன்றுக்கு ஒன்று இணைந்தும், வழுவழப்பான கைடன் இழைகளால் இணைந்தும், போலி இழைகள் அல்லது அலகுகள் இணைந்தும் பல செல்கள் அமைந்த கூட்டமைவு உண்டாகிறது.

ஈரமான பாறை, கடல்நீர் சிதறும் மணற் பகுதி, ஈரமான ஓடைகளின் கரை, போதுமான ஒளி உள்ள குகை ஆகிய தரைப்பாங்கான பகுதிகளில் இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் வாழ்கின்றன. மண்ணின் மேல் அடுக்கிலும், பழைய பனிப் படிவுகளிலும், மாஸ் செடிகளுக்கு இடையேயும், நிலையான, ஓடும் நீரிலும், 48°C வெப்பநிலை ஊற்றுகளிலும் டயாடம்கள் உள்ளன. நீரில் மிதப்பனவாகவும், ஆழ் நீரிலும், பாசி, உயர் தாவரங்கள், விலங்குகளின் மேலும் இணைக்கப் பட்டும், படிவின் மேல் தனியாகவும் டயாடம்கள் காணப்படும். கடல் நீரிலும் தட்டையான மண்ணிலும் அவை சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன. மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையான -2°C வெப்பநிலை உள்ள ஆர்க்டிக், அண்டார்டிக் கடல் பனிக்கட்டிகளுக்குக் கீழே அமைந்த, உயர்வகை நியூக்ளியஸ் கொண்ட தாவரங்களுள் டயாடம்கள் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவை. கடலில் வளரும் பெரிய பாசிகளின் மேல் பல டயாடம்கள் உள்ளன. திமிங்கலத்தின் தோலில் பல டயாடம் இனங்கள் வாழ்கின்றன. கடல் வாழ் முதுகெலும்பு இல்லாத விலங்குகளிலும் பவளங்களினுள்ளும் டயாடம் செல்கள் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. கடல் நீரில் உள்ள மிதவை டயாடம்கள் முதல் நிலைத் தயாரிப்போராக 100 மில்லியன் ஆண்டுகளாக இருந்து வந்துள்ளன. இதனால் அதன் செல் சுவர்கள் கடல் தளத்தில் படிந்து குவிந்துள்ளன.

தொல்லுயிர்ப் படிமப் பதிவுகளிலிருந்து ஆர்ச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் கிரேடேஷியஸ் காலத்தில் முதலில் உண்டாயின என்றும், அதற்குப் பிறகு பேலியோசீன் காலத்தில் இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய டயாடம்கள் உண்டாயின என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது. டயாடம் படிவு கொண்ட மண் டயாடமைட், டயாடம் மண், கீசல்கர் என்று பல பெயர்களால் குறிக்கப்படும். இத்தகைய படிவு மண் உலகின் பல பகுதிகளிலும் கண்பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. டயாடமைட் நுண்ணிய பொருள்கள் வடிப்பதற்கும் கருவிகளைக் கூர்மையாகத் தீட்டுவதற்கும், மெருகு ஏற்றவும், செயலூக்கிக் கடத்தியாகவும், உறிஞ்சியாகவும், வெப்பம் தாங்குவதற்கும், மின்சாரம் பாயாமல் தடுப்பதற்கும் உரிய மின்காப்பியாகவும் பயன்படுகிறது. ஒரு சில குறிப்பிட்ட டயாடம் இனங்கள் கலப்பற்ற தூய்மையான நீரில் மட்டும் வாழ்வதாலும் சில குறிப்பிட்ட இனங்கள் மாகடைய நீரில் வாழ்வதாலும் டயாடம்கள் நீரின் தூய்மையை அளப்பதற்குரிய சூழ்நிலைக் குறியீடாகப் பயன்படுகின்றன.

**கே. ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்**



## பாட் நோய்

முள்ளெலும்புகளின் காச நோய்ப் பாதிப்பையே பாட் நோய் (Pott's disease) என்பர். 1780 இல் லண்டன் நகர அறுவையாளர் பெர்ன்சவல் பாட் என்பார் இந்நோய் பற்றி விவரித்தமையால் இது பாட் நோய் எனப்பட்டது. அதை முள்ளெலும்புக் காச நோய் எனவும் குறிக்கலாம். இந்நோய் 30 வயதுக்குட்பட்ட இருபாலரையும் பெரிதும் தாக்குகிறது. முன்னேறிய நாடுகளில் இந்நோய் குழந்தைகளைவிட முதிர்ந்தோரிடையே மிகுந்து காணப்படுகிறது.

**அறிகுறி.** பொதுவாக நோயின் வெளிப்பாடுகள் படிப்படியாகத் தோன்றினாலும் சிலபோது நோய் விரைவாகவே தொடங்குகிறது. நோயின் உச்ச நிலையின்போது சோர்வு, எடை இழப்பு, பசியின்மை, இரவில் வியர்த்தல், மாலையில் காய்ச்சல் ஆகியவை காணப்படும். முதுகெலும்பு விறைப்பாகவும், அசையும்போது வலியுடனும் தோன்றும். பாதிக்கப்பட்ட முள்ளெலும்புப் பகுதியில் உண்டாகும் கூனலைத் தொட்டால் வலி உண்டாகும். மேலும் முதுகெலும்புத் தசைகளில் சுருக்கமும் கட்டியும் தோன்றும். நோய் சீரடைந்ததும் கூனலைத் தவிர ஏனைய அனைத்து அறிகுறிகளும் மறைந்துவிடுகின்றன.

சீழ்க்கட்டிகளும், புரைப்புண்களும் பாதிக்கப்பட்ட முள்ளெலும்புப் பகுதியில் தோன்றாமல் உடலின் பிற இடத்தில் தோன்றி நோயை உறுதிப்படுத்திக் கொள்வதைச் சிக்கலாக்குகின்றன. முதுகிலோ, காரை எலும்புக்கு மேற்பகுதியிலோ, விலா எலும்பிடையிலோ அவை தோன்றுகின்றன. முள்ளெலும்பு அழற்சியால் தோன்றும் குளிர் சீழ்க் கட்டிகள் தொடையிடைப் பந்தகத்திற்கு மேலாகவோ, கீழ் முதுகு முக்கோணத்திலோ, தொடையின் மேற்பகுதியிலோ காணப்படலாம்.

எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தின் மூலம் கண்டபோது குழந்தைகளிடம் 3 முள்ளெலும்புகளும் முதிர்ந்தோரிடம் 2, 5 முள்ளெலும்புகளும் பாதிக்கப்பட்டிருந்தமை அறியப்பட்டது. நோயின்போது ஒரு முள்ளெலும்பிற்கும் மற்றொரு முள்ளெலும்பிற்கும் இடையிலான இடைவெளி சுருங்கிவிடுகிறது. காச நைவு 1.5 செ.மீ. விட்டத்திற்குக் குறைவாக இருந்தால் எக்ஸ் கதிர்ப் படம் மூலம் காண்பது அரிதாகும். குறைந்தது 40% கால்சியம், முள்ளெலும்பிலிருந்து வெளியேறினால்தான் எக்ஸ் கதிர்ப் படங்களில் நோய் நைவுகள் தெரிய வரும்.

காசக் கழலைத் திசுக்கள் தோன்றுவதாலும் சீழ்க்கட்டி உருவாவதாலும் முள்ளெலும்புப் பக்க நியூல்கள் எக்ஸ் கதிர்ப் படங்களில் தெரிகின்றன. கழுத்துப் பக்கத்திலுள்ள குளிர்



பாட் நோய்

சீழ்க்கட்டி முள்ளெலும்பிற்கும் மேல் தொண்டைக்கும் இடையே எக்ஸ் கதிர் மூலம் தெரிகிறது. மார்பு முள்ளெலும்பின் நைவால் தோன்றும் சீழ்க்கட்டி 'V' வடிவத்தில் தோன்றி நுரையீரலின் உச்சி மடலைக் கீழ்நோக்கியும் வெளிப்புறமாகவும் தள்ளுகிறது. 4 ஆம் மார்பு முள்ளெலும்பிற்குக் கீழே தோன்றும் கட்டிகள் முட்டை வடிவ நிழலாக வலை போன்ற எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தில் தோற்றமளிக்கும். சீழ்க் குளிர் கட்டியின் அளவு பெரிதாக இருந்தால் மையத்தானம் (mediastinum) அகலமாக இருப்பது போன்று தெரியும். முள்ளெலும்பிடைத்தகடு பாதிக்கப்படுவதால் முள்ளெலும்பும் பாதிக்கப்பட்டு முள்ளெலும்புகள் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து அமுக்கி விடுவதால் கூனல் விழுகிறது.

சிறந்த வேதி மருந்துகள் தோன்றுவதற்கு முன்னர், இந்நோயால் 30% பேர் மரணமடைந்தனர். கடுமையான ஊனத்திற்குப் பலர் உள்ளாயினர். குளிர் கட்டி, புரையோடிய புண், கால் செயலிழப்பு போன்ற பல சிக்கல்கள் தோன்றின. சிறந்த காச எதிர் மருந்துகள் இல்லாமையால் அறுவை முறைகளுக்கும் வாய்ப்பில்லை. 1944 ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு, அதாவது காச எதிர்ப்பு மருந்துகள் தோன்றியபின் முள்ளெலும்புக் காசநோய் விரைவில் சீரடைந்தது. ஆற்றல்மிகு காச எதிர் மருந்துகள் கொடுத்த பின்னர், சிதைவடைந்த எலும்புகளும் முழுமையாகக் சீரடைந்தன. புரையோடிய புண்களும் விரைவில் குணமடைந்தமையால் ஏனைய நுண்ணுயிரிகளின் பாதிப்பும் குறைந்தது.

முள்ளெலும்புக் காச நோயை உறுதி செய்யும்போது பின்வரும் நோய் நிலைகளையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அவை பிறவி எலும்பு ஊனங்கள், குடல்புண் காய்ச்சலால் (typhoid) உண்டாகும் முள்ளெலும்பு நோய், காளான் நோய், கிரந்தியால் உண்டாகும் முள்ளெலும்பு நோய், எலும்புப்

புற்றுநோய், பல எலும்புகளைப் பாதிக்கும் சோற்றுப்புற்று (myeloma), குருதிச் குழாய்ப் புற்று (haemangioma) உடலின் பிற பகுதியில் இருக்கும் புற்றுநோய் முள்ளெலும்புகளில் பரவுதல், அடிபட்ட காயங்கள் என்பன.

முள்ளெலும்புக் காசநோயின்போது தோன்றும் கால்களின் செயலிழப்பு 30 வயதுக்குட்பட்டவர்களிடையே மிகுந்து காணப்படுகிறது. மார்பு முள்ளெலும்புகளின் கீழ்ப்பகுதி பாதிக்கப்பட்டால் செயலிழப்புத் தோன்றுகிறது. இந்தச் சிக்கல் முள்ளெலும்புக் காச நோயின் தொடக்கத்திலும் ஏற்படலாம். அல்லது நோய் முற்றி, பல மாதங்கள் கழித்தும் தோன்றலாம்.

அழற்சி வீக்கம், காசக் கழலைத் திசு, சீழ்க்கட்டி, முள்ளெலும்பிலிருந்து வெளிவரும் எலும்புத் துகள்கள், தண்டுவடக் கால்வாய் சுருங்குவதால் தண்டுவடம் நெருக்கப் படுதல், கூனல் விழுவதால் தண்டுவடம் அமுக்கப்படுதல், குருதி நாளங்களின் அழற்சி, முள்ளெலும்பின் இடப் பெயர்ச்சி போன்றவையே கால்களின் செயலிழப்பிற்குக் காரணமாகின்றன.

**அறிகுறி.** முதலில் கால்களில் தசைத் துடிப்புகள் தோன்றுகின்றன. நோயாளி நடக்கும்போது தள்ளாட்டம் இருக்கும். தசை நாண்களின் அனைத்துச் செயல்களும் மிகையாகக் காணப்படுகின்றன. கணுக்காலிலும், மூட்டுச் சிப்பி எலும்பிலும் நீடித்த ஊசலாட்டம் காணப்படுகிறது. நோயாளி படுத்திருக்கும்போது மூட்டுச் சிப்பி எலும்புக்கு மேல் தொடையை இடக் கையால் இறுக்கிப் பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். வலக்கையால், சிப்பி எலும்பை மேல் நோக்கி வேகமாகத் தள்ள வேண்டும். இயல்பு நிலையில் எந்த மாறுதலும் நிகழாது. மூளை நரம்பு மண்டலத்தின் சில நோய் நிலையில் சிப்பி எலும்பு இடைவிடாது ஊசலாடுகிறது. இது போன்று கணுக்காலிலும் செய்யலாம். நோயாளியின் காலை இடக்கை கொண்டு கணுக்காலின் அருகே அழுத்திப் பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின்னர் வலக்கையால் உள்ளங்காலை மேல் நோக்கி விரைவாகத் தள்ள வேண்டும். முதலில் தசைகள் இறுக்கமடைந்து வலிமை குன்றுகின்றன. பின்னர் நீட்டிய நிலையிலும், அடுத்து மடங்கிய நிலையிலும் கால்கள் செயலிழக்கின்றன. மிகவும் முற்றிய நோய் நிலையில் தானாகவே சிறுநீர் வெளிப்படுகின்றது. உணர்வு மறைந்து உறுப்புகளின் வெவ்வேறு செயல்பாடுகளை நோயாளி உணர முடியாத நிலை ஏற்படுகிறது. அதாவது கால் மடங்கிய நிலையில் இருக்கிறதா நீட்டிய நிலையில் இருக்கிறதா என்பதே நோயாளிக்குத் தெரியாது. இதற்கு அடுத்த நிலையில் விறைப்பாக இருந்த தசைகள் தொய்ந்துவிடுகின்றன.

மேற்கூறிய அறிகுறிகள் அனைத்தும் திடீரென்றோ படிப்படியாகவோ தோன்றலாம்.

இதன் நோய் உறுதி எளிது. மருத்துவ ஆய்வுகளும் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வுகளும் இதற்குத் தேவை. ஒரு மருந்தைத் தண்டுவடக் கால்வாயினுள் செலுத்தி எக்ஸ் கதிர்ப் படம் எடுத்தால் முள்ளெலும்புகளின் எந்த மட்டத்தில் நைவு இருக்கிறது எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

**மருத்துவம்.** காச எதிர் வேதி மருந்துகளைக் கொடுக்க வேண்டும். பாதிக்கப்பட்ட காச நைவையும், குளிர் சீழ்க்கட்டியையும் அகற்றுதல், முள்ளெலும்புகளை இணைத்தல் போன்ற அறுவை முறைகள் பயனளிக்கின்றன. எனினும் ஆற்றல் வாய்ந்த காச எதிர் மருந்துகள் தற்காலத்தில் உள்ளமையால் அறுவை மிக அரிதாகவே கையாளப்படுகிறது.

அ. சுதிரேசன்

## பாட்டென் நோய்

பெருமூளையின் சாம்பல் நிறப் பகுதியின் நசிவால் இந்நோய் இளங் குழந்தைகளில் காணப்படுகிறது. இது 1-3 வயதில் தோன்றினால் பியல்சோவஸ்கி நோய் என்றும், 5-7 வயதில் தோன்றினால் பாட்டென் நோய் (Batten disease) என்றும் கூறப்படும். மரபுவழி நோயான இவ்விரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடு புலனாகவில்லை.

இந்நோய், பார்வை இழப்பில் தொடங்குகிறது. பின்னர் விழித்திரையில் நிறமிகளும், பார்வை நரம்புத் தளர்ச்சியும் காணப்படுகின்றன. இந்நிலையில் மூளையின் மின்னலை வரைபடம் இயல்புக்கு மாறாக உள்ளது. குழந்தைகளிடையே வலிப்பும் கூடுதல் சுறுசுறுப்பும் பேச்சில் உளறலும் காணப்படுகின்றன. சிறுமூளைப் பாதிப்பால் தடுமாற்ற நடை, கை நடுக்கம், உடல் விறைப்பு, செயலிழப்பு, மனவளர்ச்சிக் குன்றல் ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. இவ்வறிகுறிகளைக் கொண்டும், எலெக்ட்ரான் உருப்பெருக்கி வாயிலாகச் செய்யப்படும் ஆய்வுகளைக் கொண்டும் நோயை அறுதியிடலாம்.

அ. சுதிரேசன்

## பாடுபவர் குரல் நாண் நோய்

பாடுபவர், மேநாட்டு இசை வல்லுநர் (pop singer), ஆசிரியர், மதபோதகர் ஆகியோர் தம்மால் இயலாத அல்லது

பழக்கமில்லாத உச்சக் குரலில் பாடும்போதும் பேசும்போதும் திடீரெனக் குரல் உடைந்து கரகரப்பாக மாறிவிடுகிறது. இவர்கள் குரல் நாண்களின் முன் பகுதியை விறைப்பாக்கி, கண் புடைக்க மூச்சை அடக்கி, மிக அழுத்தத்துடன் நாண்களை அதிரச் செய்கின்றனர். அப்போது நாணின் முன் மூன்றில் ஒரு பகுதி, பின் மூன்றில் இரண்டு பகுதியின் சந்திப்பில் கூடுதல் உராய்வும் காயமும் உண்டாக குரல் நாண்களில் குருணை: போன்ற வளர்ச்சி தோன்றுகிறது. அந்த இடத்தில் செல்கள் உறைந்து கடினமாகிவிடுவதே இதற்குக் காரணமாகும்.



1. இடப்புற நாணில் குருணைச் சதை  
2. இடப்புறக் குரல் நாண் 3. இடப்புறப் போலி நாண்

### பாடுவோரின் குரல் நாணின் குருணைச் சதை

மருத்துவம். இந்நிலையில் குரல் ஓய்வு மிகவும் இன்றியமையாதது. பேசும் முறையை மாற்றிச் சரியான முறையில் குரல் எழுப்ப வேண்டும். நோய் முற்றியிருந்தால் அறுவை தேவைப்படும். தொண்டை அழற்சி, சதை வளர்ச்சி ஏற்பட்டிருந்தாலும் அவற்றைக் குணப்படுத்த வேண்டும்.

டி.எம். பரமேஸ்வரன்

### பாடும் சிட்டு

இது உருவில் கொண்டைக் குருவியைப் போன்றிருக்கும். இதை இசை பாடும் சாமா எனவும் கூறுவர். பாடும் சிட்டின்

(Copsycus malabaricus malabaricus) வால் 15 செ.மீ. நீளமுள்ளது. அலகும் விழிப்படலமும் பழுப்பு நிறத்திலும் கால், விரல் ஆகியன சிவந்த ஊண் நிறத்திலும் காணப்படும். உடலின் மேற்பகுதி கருமையாகவும் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். பிட்டம் வெண்மையாகவும் மார்பு கறுப்பாகவும் வயிறும் வாலடியும் ஆழ்ந்த செம்பழுப்பு நிறமாகவும் நீண்டுக்குறுகிச் செல்லும் வாலின் ஓர இறகுகளின் விளிம்பும் முனையும் வெண்மை நிறமாகவும் இருக்கும். பெண் பறவையின் உடல்திறம் சிலேட்டுப் பழுப்பாயிருக்கும். வயிறும், வாலடியும் மங்கிய நிறமாக இருக்கும். இதன் வால் 10 செ.மீ. நீளமுள்ளது.

பாடும் சிட்டுக் குருவி பாசரிஃபார்மிஸ் வரிசையில் முசிகாபிடே குடும்பத்தில் டாடினே உள் குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பாடும் சிட்டுகளில் நான்கு இனங்கள் உள்ளன. இவை வாலின் நீளத்திலும், உடல் நிறத்திலும் வேறுபடுகின்றன.

பாடும் சிட்டு மலைகளில் அடர்ந்த காட்டுப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இப்பறவை இந்தியா, அந்தமான் தீவு, வங்காளதேசம், மியான்மர், பூலங்கா ஆகிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது. காடுகளடர்ந்த மலைப்பகுதிகளில் 1000 மீ. உயரம் வரையில் இது காணப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் மேற்குத்தொடர்ச்சி மலைக்காடுகளிலும், பழனி, நீலகிரி மலைக்காடுகளிலும் திரியும். மேலும் இது சமவெளிகளிலும், மூங்கில் புதர் நிறைந்த பகுதிகளிலும் விரும்பிப் பறக்கும். மனிதருக்கும் அஞ்சாத இப்பறவை புதர்களில் மறைந்திருந்து மாங்குயில், ஈப்பிடிப்பான், வெண்கொண்டைப் பூங்குருவி ஆகியவற்றின் குரலொலியை ஒத்த இனிய குரலில் காலை மாலை நேரங்களில் தொடர்ந்து குரலெழுப்பும். பூச்சியினங்கள் இப்பறவையின் முதன்மை உணவாகும். புதர்களுக்கடியில் தரையில் காணப்படும் பூச்சிகளைப் பிடித்துத் தின்னும்.

பாடும் சிட்டு ஏப்ரல்-ஜூனில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. மரப்பொந்துகளிலும் மூங்கிற் புதர்களிலும் மூங்கில் இலை, வேர், புல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கூடுகள் அமைக்கும். 3-4 முட்டைகள் இடும். இப்பறவையின் முட்டை கறுப்பு நிறத்திலிருக்கும். இது வெள்ளைக்குருவியின் முட்டையினை ஒத்திருக்கும். முட்டை இளம் நீலந்தோய்ந்த பசுமையான செம்பழுப்புக் கறைகளோடும் புள்ளிகளோடும் இருக்கும்.





பாடும் சிட்டு

என். ராமகிருஷ்ணன்

## பாண்டா

இது சீனர்களின் செல்ல விலங்காக அமைகிறது. வாத்துப் போன்ற நடை, குட்டிக்கரணம் இடல், உணவை அசை போடுவது போல் மெல்லும் தன்மை, பஞ்சு போன்ற

அ.க.15-5

மென்மையான உடற்தோற்றம், பறவை, ஆடு, நாய் போன்றவற்றைப் போல் பல குரலில் ஒலியெழுப்பல் ஆகியன பாண்டாவின் குறிப்பிடத்தக்க கூறுகள்.

பாண்டாவில் ஜெயண்ட் பாண்டா, லெஸ்ஸர் பாண்டா என இருவகை உண்டு. ஜெயண்ட் பாண்டா 6அடி நீளமும், லெஸ்ஸர் பாண்டா பெரிய பூனை அளவும் இருக்கும். இதன் கண்கள், காதுகள், கால்கள் இவை கறுப்பாக இருக்கும். ஏனைய பகுதிகள் வெண்ணிறமாகக் காணப்படும். கரடி போன்ற தோற்றம் கொண்டிருப்பினும் பாண்டா, ரக்கூன் எனப்படும் விலங்கினத்தைச் சேர்ந்தது. ஜெயண்ட் பாண்டாவின் முதன்மையான உணவு மூங்கில் குருத்தாகும். லெஸ்ஸர் பாண்டா செம்பழுப்பு நிற முடியும், வாலில் கோடுகளும் பெற்றிருக்கும். இதன் முதன்மை உணவு பூச்சிகள், சிறு பாலூட்டிகள், பறவைகள் ஆகியவை.

ஆண் பாண்டா 6-8 ஆண்டுகளிலும், பெண் பாண்டா 4-5 ஆண்டுகளிலும் இன முதிர்ச்சி



பாண்டா (Panda)

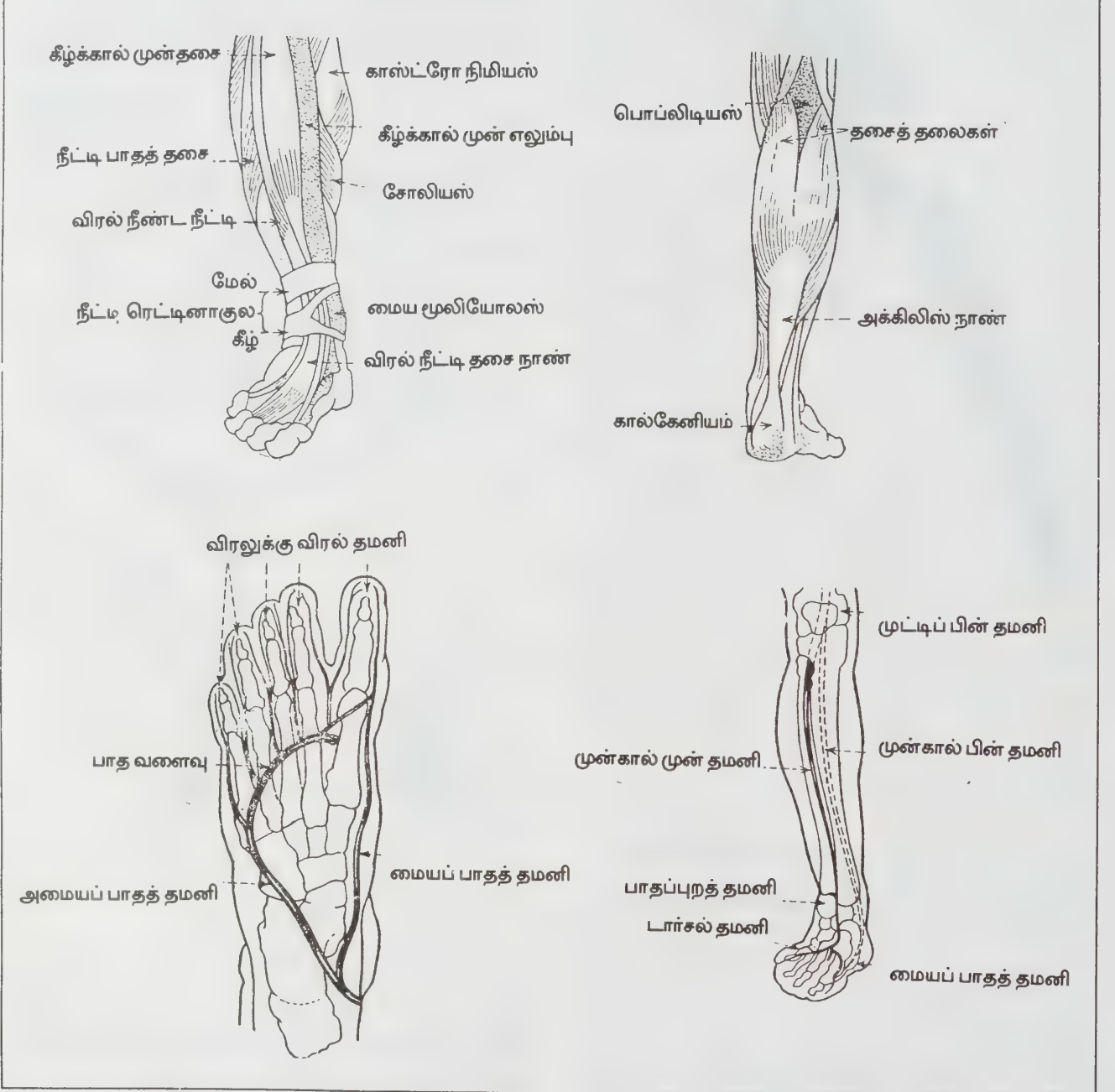
அடைகின்றன. இவை ஏப்ரல், மே மாதங்களில் இணைகின்றன. இனப்பெருக்க விருப்பைக் குரல் ஒலியாலும் நறுமணத்தாலும் அறிகின்றன. ஒரே சமயத்தில் 1 முதல் 3 குட்டிகளைப் பாண்டா ஈனுகிறது.

இரா. இந்து

## பாதம்

கணுக்காலிலிருந்து விரல் நுனிவரை பாதம் எனப்படும். பாதத்திற்கு மேல்பகுதி கீழ்ப்பகுதி என இரு பக்கங்கள் உண்டு. மேற்பகுதியில் தோலுக்கு வரும் உணர்ச்சி நரம்புகள், சுரல் நரம்பு (sural nerve), சபினஸ் நரம்பு (saphenous

nerve), புறப் பெரோனியல் நரம்பு (superficial peroneal nerve), அகப்பெரோனியல் அல்லது முன் நளக நரம்பு (anterior tibial nerve) ஆகியன முதலிரண்டு விரல்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் காணப்படும். உள் மற்றும் வெளிப்பாத நரம்புகளும் பாதத்தில் உள் மற்றும் வெளி விளிம்பிலிருந்து உணர்ச்சிகளை எடுத்துச் செல்லும்.



சிறைகள் விலக்களிலிருந்து வந்து ஒரு வளைவை உண்டாக்கி உட்புறத்தில் நீண்ட சபினஸ் சிரையாகவும் வெளிப்புறம் சிறு சபினஸ் சிரையாகவும் மாறி மேல்நோக்கிச் செல்லும். மேற்புறப் பாதத் தமனி பல்வேறு கிளைகளைக் கொடுத்துப் பின் பாதத்தில் அடிப்புறம் செல்கிறது.

காலில் உள்ள மெட்கார்பல், குதிகால் என்பு, விரல் என்பு, பாதத்தின் அடியில் உள்ள தசைநாண் ஆகியவை பாதத்தை வளைத்து உடலின் எடை பாதத்தின் முன்னும் பின்னும் சமமாகப் பரவத் துணை புரிகின்றன. இதைப் பாத வளைவு என்பர். உட்புறமும் வெளிப்புறமும் இரு நீண்ட வளைவுகளும் குறுக்காக ஒரு வளைவும் காணப்படும். பாதத்தில் உள்ள பல்வேறு தசைகள், கால்கள் சமநிலையிலும் கரடுமுரடான பாதையிலும் நடக்க உதவுகின்றன.

மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

## பாதரசம் (நிலவியல்)

நீர்ம உலோகமான பாதரசம் (Mercury) உருகிய உலோகம் போல் காணப்படும். பாதரசம்  $-39^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் திண்மப் பொருளாக மாறுகிறது. திண்ம நிலையில் பாதரசம் அறுகோணத் தொகுதியில் சாய்சதுர வடிவப் படிகங்களாகக் காணப்படும். இதன் அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு கிடைவாட்டத்தில்  $3.463$  ஆகவும் குத்துவாட்டத்தில்  $6.706$  ஆகவும் இருக்கிறது. பாதரசத்தின் படிக அச்சுக்கு இடையேயான விகிதம் (a:c)  $1:1.937$  ஆகும். இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் மூன்று கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. நீர்ம நிலையில் பாதரசத்தின் ஒப்பளர்ந்தி  $13.6$ ; ஆனால் திண்ம நிலையில் ( $-46^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில்) இதன் ஒப்பளர்ந்தி  $14.26$  ஆகும். பாதரசம், வெள்ளி போன்ற வெள்ளை நிறத்தில் மிக்க பளபளப்புடன் கூடிய உலோக மிளிர்வினைக் கொண்டிருக்கும். இது ஒளிபுகாத தன்மையுடையது.  $350^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் இது ஆவியாக மாறுகிறது. இது நைட்ரிக் அமிலத்தில் எளிதாகக் கரையும்.

இயற்கையாகக் கிடைக்கும் பாதரசத்தில் மிகச் சிறிய அளவில் வெள்ளி அல்லது தங்கம் சில சமயங்களில் கலந்திருக்கும். பாதரசம் இயற்கையாகவே திவலைகளாகக் கிடைக்கிறது. சின்னபார் கனிமத்துடனும், எரிமலைப் பகுதிகளிலும் வெப்ப ஊற்றுப் பகுதிகளிலும் திவலையாகக் குறைந்த அளவிலேயே இது கிடைக்கிறது. இயற்கையாகக் அ.க.15-5அ

கிடைக்கும் வெள்ளியுடன் பாதரசம் கலந்திருக்கும். பாதரசமும், வெள்ளியும் கலந்த கலப்பிற்குப் பாதரசக் கலவை (amalgam) என்று பெயர். இதில் வெள்ளியும் பாதரசமும்  $2:3$  முதல்  $39:1$  வரையான விகிதங்களில் கலந்துள்ளன. பாதரசக்கலவை பருசுதுரத் தொகுதியின் பன்னிருமுக வடிவப் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இதன் படிக - உருவம் பெரிதும் மாறுபடுகிறது. இது சில சமயங்களில் திண்மங்களாகவும் துகள்களாகவும் கிடைக்கிறது. பாதரசக் கலவையில் ( $110$ ) - கனிமப் பிளவுகள் சிறிது காணப்படும். இது வளைமுறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு உடையது. மோ அளவீட்டில் கடினத்தன்மை  $3-3.5$  ஆகும். ஒப்பளர்ந்தி  $13-75-14.1$ .

பாதரசம் சின்னபார் படிகங்களிலிருந்து பெருமளவு பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. கலிஃபோர்னியாவிலுள்ள புதிய அலமடென், சாந்த கிளாரா, சோனோமா, நாப்பா, லேக் பகுதிகளில் மிகுதியாய்க் காணப்படுகிறது. அமெரிக்காவிலுள்ள டெர்லிங்குவா, டெக்சாஸ் ஆகிய பகுதிகளிலும் கிடைக்கிறது. பாதரசம் வெள்ளியுடன் கலந்து பாதரசக் கலவையாகச் செக்கோஸ்லோவேகியா, பிரான்ஸ், நார்வே, ஸ்வீடன், பிரிட்டிஷ்-கொலம்பியா ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகிறது.

பாதரசம் சின்னபார் என்னும் பாதரச சல்ஃபைடு (HgS) கனிமத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. இப்பாதரசத்தின் ஒளிமுறிவெண்  $1.73$  ஆகும். இதன் பரும விரிவெண்  $0.000182$ . இதன் பாகுதன்மை  $0.0156$ . இதன் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம்  $70^{\circ}\text{C}$  இதன் வெப்பக் கடத்தல் திறன்  $0.019$ ; பாதரசத்தின் அணு நிறை  $200.61$  ஆகும். நீர்ம உலோகமான பாதரசம் பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. மருந்து உற்பத்தியிலும், ரசமட்டக் கருவியிலும் இது இடம் பெறுகிறது. பல உலோகக் கலவைகளை உருவாக்க இது அடிப்படையாகிறது. மின்கலன்களில் மின்முனைத் தண்டுகளுக்குப் பாதரசப் பூச்சு பூசவும் இது பயன்படுகிறது. பாதரசம் மூடப்பட்டுள்ள குழாய்களில் எளிதில் ஆவியாக மாறுகிறது. இப்பாதரச ஆவி எளிதில் மின்கடத்துவதால் மின்குழாய் விளக்குகளிலும் பாதரச ஆவி விளக்குகளிலும் (Mercury vapour lamp) இடம் பெறுகிறது. காற்றுழுத்த அளவிகளிலும், வெப்ப அளவிகளிலும் பாதரசம் பயன்படுகிறது.

எல். வைத்திலிங்கம்



## பாதரசம் (மருத்துவம்)

நீண்ட காலமாகப் பாதரசம் மருத்துவத் துறையில் பெரிதும் பயன்பட்டு வருகிறது. சிறுநீர்க் கழிப்பான், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து, நுண்ணுயிர் நீக்கி, தோல் நோய்க் களிம்பு, மலமிளக்கி ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பாதரசம் (Mercury) உதவுகிறது.

பாதரசத் தாது, பாதரசக் கனிம உப்பு, பாதரசக் கரிம உப்பு ஆகிய மூன்று நிலைகளில் பாதரசம் காணப்படுகிறது. இதை வாய் வழி உட்கொண்டால் பாதரசத் தாது மெதுவாக உள்ளுறிஞ்சப்படுகிறது. இதனால் நச்சுத்தன்மை குறைவாக உள்ளது. ஆனால் பாதரச வளிமம் வேகமாக நுரையீரல் வழியாக உறிஞ்சப்பட்டு நச்சுத்தன்மையை ஏற்படுத்துகிறது.

**பாதரசக் கனிம உப்பு.** நீரில் கரையக் கூடிய உப்பு ஓரளவு உள்ளுறிஞ்சப்படுகிறது. நீரில் கரையா உப்பு ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து நீரில் கரையும் நிலைக்கு மாற்றப்பட்டு உறிஞ்சப்படுகிறது. இது குருதி மூளைத் தடை (blood brain barrier), கருக்குடைத்தடை (placental barrier) ஆகியவற்றைத் தாண்டிச் செல்வதில்லை. பெரும்பாலும் சிறுநீரகத்தாலும், சிறிதளவு மலம் வழியாகவும் இது வெளியேற்றப்படுகிறது.

**பாதரசக் கரிம உப்பு.** கொழுப்பில் கரைவதால் மிக வேகமாக இது உள்ளுறிஞ்சப்படுகிறது. குருதி மூளைத் தடையையும், கருக்குடைத் தடையையும் இது தாண்டிச் செல்வதால் நச்சுத் தன்மையை உண்டாக்குகிறது. இவ்வுப்பு பெருமளவில் மலம் வழியாகவும், சிறிதளவில் சிறுநீர் வழியாகவும் வெளியேற்றப்படுகிறது.

**பாதரச நச்சுத்தன்மை.** பாதரசத்தை மிகுதியும் உட்கொள்வதாலோ பாதரசத் தொழிற்சாலையில் பணியாற்றுவதாலோ பாதரசம் உடலுக்குள் மிகையளவில் உறிஞ்சப்படுகிறது. இதனால் வாந்தி, குமட்டல், வயிற்றுப் போக்கு, உலோகச் சுவை ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. சில நேரங்களில் உணவுக் குழாயிலிருந்து குருதிக் கசிவு, மலம் கறுப்பாக மாறுதல் ஆகியவை ஏற்படும். நீண்ட நாள் கனிம உப்பு உடலில் சேர்வதால் கை, கால், முகம், மார்பு ஆகிய பகுதிகளில் தோல் பிவப்பாக மாறும். பசியின்மை, இதயத் துடிப்பு அதிகரிப்பு, வயிற்றுப்போக்கு, மலச்சிக்கல், சில நேரங்களில் குருதி அழுத்தக் குறைவு ஆகியவை ஏற்படும். கரிம உப்பு மூளைக்குச் செல்வதால் வலிமை குன்றல், உணர்ச்சி இழப்பு, காது கேளாமை, பேச்சுக் கோளாறு, பார்வை இழப்பு, கை கால் உதறல், நடுக்கம், செயலிழப்பு முதலியன ஏற்பட்டு, இறுதியில் இறக்கவும் நேரிடும்.

**மருத்துவம்.** பாதரச வளிமத்தில் சிக்கிக் கொண்டோரை உடனே வெளியேற்றி மருத்துவமனிக்க வேண்டும். உடலில் நீரளவு குறையாமல் இருக்க, சிரை வழியாகச் சர்க்கரையையும் (dextrose) உப்பு நீரையும் (saline water) செலுத்த வேண்டும். இது சிறுநீர் போக்கை மிகுதியாக்க உதவும். வாய் வழியாகக் குழாயைச் செலுத்தி, இரைப்பையினுள் எஞ்சியுள்ள பாதரச உப்பை வெளியேற்ற வேண்டும். வீரியப்படுத்தப்பட்ட கரியை (activated charcoal) வாய் வழியாகக் கொடுத்துப் பாதரச உப்பு உள்ளுறிஞ்சப்படுவதைத் தடுக்கலாம். மிகவும் கடுமையான நச்சுக்கு கொடுக்கிணைப் புகளைப் (chelating agents) பயன்படுத்த வேண்டும். டைமெர்க்காப்ரால் மருந்தை 5 மி.கி./கி.கி என்னும் அளவில் தசை மூலம் தரலாம். பிறகு 2.5 மி.கி. /கி.கி மருந்தை 12 மணி நேரத்திற்கு ஒருமுறை 10 நாள்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும். இதற்கு மாற்றாகப் பெனிசிலமைன் மருந்தை 250 மி.கி. வீதம் வாய் வழியே 6 மணிக்கு ஒரு முறை கொடுக்கலாம். மேற்காணும் முறைகள் பயனளிக்காவிட்டால் குருதி ஊடு பிரிதலைச் (haemodialysis) செய்ய வேண்டும்.

ச. ஆதித்தன்

துணைநூல். A.G. Goodman and et.al., *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, Macmillan Publishing Company, New York, 1985.

## பாதரசம் (வேதியியல்)

இது ஒரு நீர்ம உலோகத் தனிமம். இதன் குறியீடு Hg; அணு எண் 80; அணு நிறை 200.59. பாதரசம் ஓர் அரிய உலோகம். இது ஆக்சிஜனேற்றக் கரைசல்களில் மட்டுமே கரையும். திண்மப் பாதரசம் காரீயத்தைப் போல மென்மையானது. இவ்வுலோகமும் இதன் பிற சேர்மங்களும் மிகவும் நச்சுத்தன்மையுடையவை. தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம், யுரேனியம், தாமிரம், காரீயம், சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற தனிமங்களுடன் சேர்ந்து உலோகக் கலவைகளை (amalgams) உண்டாக்குகின்றன. இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல், மாங்கனீஸ், சிலிக்கான் போன்றவற்றுடன் பாதரசம் வினைப்படுவதில்லை.

**வரலாறு.** கி. மு 1500 ஆம் ஆண்டுகளிலேயே எகிப்து மற்றும் கிழக்கத்திய நாடுகளில் பாதரசத்தைப் பற்றி அறியப்பட்டமைக்கான சான்றுகள் உள்ளன. இதன் வேதிப்



70 பாதரசம் (வேதியியல்)

அடர்த்தி, திண்மம் (கி/செமீ <sup>3</sup> )	14.17 (-38.9°C)
அடர்த்தி, நீர்மம் (கி/மி.லி)	13.546 (20°C)
இணை திறன்	2,1
எலக்ட்ரான் அமைப்பு	(Xe) 4f <sub>9</sub> 14 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>
ஐசோடோப் மிகை (புவியில், சதவீத அளவில்)	
196 Hg	(0.15)
198 Hg	(10.1)
199 Hg	(17.0)
200 Hg	(23.3)
201 Hg	(13.2)
202 Hg	(29.5)
204 Hg	(6.7)
கதிரியக்க	
ஐசோடோப்புகள்	185-195,
(நிறை எண்கள்)	197, 203, 205, 206
உருகுதல் வெப்பம்	
(கலோரி/கி)	2.82

ஆவியாதல் வெப்பம்	
(கலோரி/கி)	70.6
வெப்ப எண் (specific heat)	
(கலோரி/கி °C 20°Cஇல்)	0.033
மின் எதிர்ப்பு (electrical resistivity)	
(20°Cஇல்-மைக்ரோ ஒம். செமீ)	95.8
படிக உருவம்	ராம்போஹிட்ரல்
ஆரம்	
உலோகம் (Å)	1,500
அயனி (M <sup>2+</sup> , Å)	1,12
அயனியாக்க ஆற்றல் (e <sup>v</sup> )	
முதல்	10.2
இரண்டு	18.65
மூன்று	---
எலக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்திறன்	
(பாலிங் அலகில்)	1.9

சேர்மம்

பண்புகளும் பயன்களும்

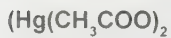
1

2

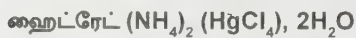
பாதரச (II) அசெட்டமைடு



பாதரச (II) அசெட்டேட்



அம்மோனியம் டெட்ராகுளோரோ மெர்குரேட் (II)



பாதரச (II) டைஅமீன் குளோரைடு



பாதரச (II) குளோரைடு

அம்மோனியா ஏற்றம் பெற்றது,  $\text{HgNH}_2\text{Cl}$

பாதரச (III) ஆர்செனேட்



பேரியம் டெட்ராகுளோமோமெர்குரேட் (II)



வெண்ணிறப் படிகம்; நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கரையும்; உருகுநிலை 198°C.

வெண்ணிறப் பொடி; ஆல்கஹால், நீர்த்த அமிலங்களில் கரையும். கொதிக்கும் நீரில் நீராற் பகுப்படைந்து  $\text{HgO}$  ஐக் கொடுக்கிறது.

வெண்ணிற படிகப்பொடி; நீரில் கரையும்; ஆல்கஹாலில் குறைவாகக் கரைகிறது.

உருகக்கூடிய வெண்ணிறப் படிகப்படிவு; ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் மட்டும் சிதைவுடன் கரையும்.

உருகாப்படிவு; வெண்ணிறப் படிகப் பொடி; ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் மட்டும் கரையும். இதில்  $(-\text{Hg}-\text{NH}_2-)_n^{n+}.n\text{Cl}^-$ .

மஞ்சள் பொடி; நீரில் கரையாது.  $\text{HCl}$  இல் கரையும்

நிறமற்ற படிகப் பொடி; நீர் ஊறிஞ்சும்; நீரில் கரையும்.



1

2

பாதரச (II) பென்சோவேட்



பாதரச (II) புரோமைடு



வெண்ணிறப் படிகம், நீரிலும் ஆல்கஹாலிலும் குறைவாகக் கரையும். உருகுநிலை  $165^\circ\text{C}$ .

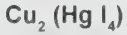
வெண்ணிற ராம்பிக் (rhombic) படிகங்கள், ஆல்கஹால், ஈதர், அசெட்டோன், எத்தில் அசெட்டேட் ஆகியவற்றில் கரையும். நீரில் குறைவாகக் கரைகிறது. உருகுநிலை  $238^\circ\text{C}$ ; கொதிநிலை  $319^\circ\text{C}$  தனி (specific) மின் கடத்துத்திறன் ( $242^\circ\text{C}$  இல்) =  $1.45 \times 10^{-4}$  ஒம் $^{-1}$ .செ.மீ.  $^{-1}$ ; ஆவி அழுத்தம் ( $200^\circ\text{C}$  இல்) =  $24.1$  மி.மீ Hg ( $3.21\text{kPa}$ ) மிகை உறைநிலைத் தாழ்வு மாறிலி (cryoscopic constant) மதிப்புக் (கற்பூரத்தைப் போன்று) கொண்டது.

பாதரச (II) குளோரைடு,



வெண்ணிறப் படிகம் அல்லது பொடி; நீர், ஆல்கஹால், ஈதர், பிரிடின், மெத்தில் அசெட்டேட் ஆகியவற்றில் கரையும். உருகுநிலை  $265^\circ\text{C}$ ; கொதிநிலை  $303^\circ\text{C}$ . திண்மக் குளோரைடில்  $\text{HgCl}_2$  மூலக்கூறுகள் நீரில்  $\text{HgCl}_2$  இருப்பதுபோல் உள்ளன. மிகை நச்சுத் தன்மையுடையது.  $0.2 - 0.4$  கி. மரணம் விளைவிக்கும் இதன் தூசை முகர்வதும் தீமை பயக்கும்.

தாமிர (I) டெட்ராஅயோடோ (II)



அடர் சிவப்புப் படிகப்பொடி; நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கரையாது;  $71^\circ\text{C}$  இல் இதன் நிறம் அடர் சிவப்பிலிருந்து கறுப்பாக மாறுகிறது. ஆனால் அறை வெப்பநிலைக்குக் குளிர்வித்தால் மீண்டும் சிவப்பு நிறம் அடைகிறது.

பாதரச (II) சயனைடு,



இந்த நிறமற்ற படிகப் பட்டகம் ஒளியால் அடர் நிறமாகிறது; ஆல்கஹால், நீர் ஆகியவற்றில் கரையும்; வெப்பப்படுத்தும்போது உலோகப் பாதரசமாகவும், சயனோஜெனாகவும் பிரிகையடையும்.

பாதரச (II) ஃபுளூரைடு,



ஒளி ஊடுருவும் படிகங்கள்; நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் ஓரளவு கரையும். நீரில் நீராற் பகுப்படையும். உருகுநிலையில் ( $645^\circ\text{C}$ ) பிரிகை அடையும்.

பாதரச (II) அயோடேட்



படிக உருவிலா வெண்ணிறப் பொடி;  $\text{HCl}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{NaCl}$  அல்லது  $\text{KI}$  உப்புகளைக் கொண்ட நீர், கரைசல் ஆகியவற்றில் கரையும்; நீர் ஆல்கஹால் முதலியவற்றில் கரையாது.

பாதரச (II) அயோடைடு



சிவப்பு நிறப் படிகம்; நாற்கர அமைப்புடையது (tetragonal).  $127^\circ\text{C}$  க்கு மேல் வெப்பப்படுத்தும்போது மஞ்சள் நிற ராம்பிக் (rhombic) படிகங்களாக மாறும்; ஆனால் குளிர்வடையச் செய்யும்போது மீண்டும் பழைய நிறமடையும். நீரில் கரையாது. ஈதர் பென்சீன் ஆகியவற்றில் கரையும். மஞ்சள் நிற அமைப்பு ஆல்கஹாலில் கரையும். இவ்விரு அமைப்புகளும் சோடியம் தயோசல்ஃபேட் அல்லது பொட்டாசியம் அயோடைடின் நீரியக் கரைசலில் கரையும்; உருகுநிலை  $421^\circ\text{C}$ .

பாதரச (II) லாக்டேட்



வெண்ணிறப் படிகப் பொடி; வெப்பத்தால் சிதைவடையும்; நீரில் கரையும்.

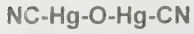
பாதரச (II) நைட்ரேட்



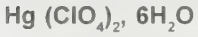
பாதரச (II) ஆக்சைடு.



பாதரச (II) ஆக்சிசயனைடு



பாதரச (II) குளோரேட்



பாதரச (II) பாஸ்பேட்



பொட்டாசியம் டெட்ராசயனோ மெர்குரேட் (II),



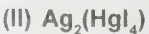
பொட்டாசியம் டெட்ராயோடோ மெர்குரேட் (II),



பாதரச (II) சாலிசைலேட்



வெள்ளி (I) டெட்ரா அயயோடோ மெர்குரேட்



பாதரசம் (II) சப்ஸல்பேட்



பாதரசம் (II) சல்பேட்,



பாதரச (II) சல்பைடு, (கருப்பு)

உருகுநிலை  $79^\circ\text{C}$  (சிதைவடைகிறது). நிறமற்ற படிகங்கள் அல்லது ஓரளவு நீரால் பகுப்படைந்தால் மஞ்சள் நிறப் பொடியாக மாறும். நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரையும். ஆல்கஹாலில் கரையாது;

$400^\circ\text{C}$  க்கு மேல் பாதரசம், ஆக்சிஜனாகச் சிதைவடையும். அமிலங்களில் கரையும்; ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் கரையாது. இது மிக நுண்ணிய பொடியாகக் காணப்படும். சிவப்பு நிறப் படிக அமைப்பைவிட இது அதிவினைபுரியும் ஆற்றலுடையது. இவ்விரு அமைப்புகளும்  $(-\text{Hg-O})_n$  எனும் தொடர் அமைப்புடைய படிகக் கட்டமைப்புடையவை.

வெண்ணிறப் படிகப் பொடி; வெப்பப்படுத்தினால் வெடிக்கிறது. நீரில் ஓரளவு கரையும்; சீழ் எதிர்ப்புக் (antiseptic) கரைசலாகப் பயன்படுகிறது. (1:5000)

நிறமற்ற படிகம்; நீர் உறிஞ்சும் தன்மையது; அமிலக் கரைசல்களில் கரையும்.

அடர் வெண்ணிற அல்லது மஞ்சள் நிறப் பொடி; அமிலங்களில் மட்டும் கரையும்; ஆல்கஹாலில் கரையாது.

நிறமற்ற படிகம்; மிகை நச்சுத்தன்மையுடையது. நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கரையும்.

நெஸ்லர் வினைப் பொருள்; நீரில் கரையும்; நீர் சேரா மஞ்சள் படிகமாகப் படிகிறது; 1, 2, 3 மோல் நீர் இணைந்த ஹைட்ரேட்டுகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

வெண்ணிறப் பொடி; சூடாக்கப்பட்ட கார ஹாலைடு கரைசல்களில் கரையும்.

மஞ்சள் நிறப்பொடி;  $40-50^\circ\text{C}$ இல் சிவப்பு நிறமாக மாறும். நீர், நீர்த்த அமிலங்களில் கரையாது. பொட்டாசியம் சயனைடு, பொட்டாசியம் அயோடைடு அமிலங்களில் கரையும்.

எலுமிச்சை மஞ்சள்நிறப் பொடி; நீரில் கரையாது; அமிலங்களில் கரையும்.

வெண்ணிற படிகப் பொடி; நீராற்ப பகுப்படையும்; ஆல்கஹாலில் கரையாது; அமிலங்களில் கரையும்.

கறுப்புநிறப் பொடி; நீர் அமிலம், கரிமக் கரைப்பான் ஆகியவற்றில் கரைவதில்லை; சோடியம் சல்பைடுக் கரைசலில் கரையும்.  $446^\circ\text{C}$ இல் பதங்கமாகி  $\text{HgS}$  இன் சிவப்பு நிற வடிவத்தை உண்டாக்குகிறது.  $\text{H}_2\text{S}$  பாதரச உப்புக் கரைசல்களின் ஊடே செலுத்தியோ உலோக பாதரசம், கந்தகம் ஆகியவற்றை வினைப்படுத்தியோ  $\text{HgS}$  ஐப் பெறலாம்.

1

2

பாதரச (II) சல்ஃபைடு (சிவப்பு) HgS

சின்னபார்; சிவப்புநிறப் படிகங்கள்; நீர், அமிலம், கரிமக் கரைப்பான்கள் ஆகியவற்றில் கரைவதில்லை. 446°Cஇல் பதங்கமாகும். இது பாதரசத்தின் முதன்மைத் தாதுவாகும்.

பாதரச (II) தயோசயனேட், Hg(SCN)<sub>2</sub>

வெண்ணிறப் பொடி; நீரில் குறைவாகவே கரையும்; ஆல்கஹாலில் கரையும்; வெப்பத்தால் சிதைவடையும்.

மெர்குரோகுரோம்

C<sub>20</sub>H<sub>7</sub>O<sub>5</sub>Br<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>HgOH.3H<sub>2</sub>O

டைசோடியம் 2, 7-டைபுரோமோ, 4-ஹைட்ராக்சிமெர்க்குரி புரூரோசீன் பச்சைப் படிகம்; நீரில் கரையும்; ஆல்கஹால், ஈதர், குளோரோஃபார்ம் ஆகியவற்றில் கரையாது. 2% நீரியக் கரைசல் சீழ் எதிர்ப்பியாகப் பயன்படுகிறது.

பாதரச (I) அசெட்டேட்

Hg<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>

நிறமற்ற தகடு; ஒளி அல்லது கொதிநீரால் சிதைவடைந்து Hg மற்றும் Hg(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>ஐ உண்டாக்குகிறது. நீரில் குறைவாகக் கரையும்; ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் கரையாது.

பாதரச (I) புரோமைடு,

Hg<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>

வெண்ணிறப் பொடி அல்லது நாற்கோணப் (tetragonal) படிகங்கள்; சூடுபடுத்தினால் மஞ்சள் நிறமாக மாறும். குளிர்வித்தால் வெண்ணிறமடையும். 340-350°Cஇல் பதங்கமாகும். உருகுநிலை 405°C.

பாதரசக் (I) குளோரேட்,

Hg<sub>2</sub>(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

வெண்ணிறப் படிகம்; எளிதில் தீப்பற்றும் பொருள்களுடன் சேர்ந்து வெடிக்கும்; உருகுநிலை 250°C (சிதைவடையும்); நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கரையும்.

பாதரசக் (I) குளோரைடு

Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

கலோமல்; வெண்ணிற ராம்பிக் படிகம்; நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் கரையாது; உருகுநிலை 303°C; கொதிநிலை 384°C அம்மோனியாவுடன் சேர்ந்து கறுப்பாக மாறும்.



பாதரசக் (I) குரோமேட்

Hg<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>

செங்கல் சிவப்பு நிறப்பொடி; வெப்பப்படுத்தும்போது Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> உண்டாகிறது; நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கரையாது; அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரையும்.

பாதரச (I) அயோடைடு

Hg<sub>2</sub>I<sub>2</sub>

மஞ்சள் நிறப் படிக உருவிலாப்பொடி; ஒளி பட்டால் பச்சை நிறமாக மாறும் (Hg<sub>2</sub>I<sub>2</sub> → Hg + HgI<sub>2</sub>) வெப்பத்தால் ஆரஞ்சு நிறமாகும். நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் கரையாது. 110-120°Cஇல் பதங்கமாகிறது. உருகுநிலை 290°C; கொதிநிலை 310°C.

பாதரச (I) நைட்ரேட்

Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O

சிறிய படிகம்; குறைந்த அளவில் சுடுநீரில் கரையும்; நைட்ரிக் அமிலம், கொதிக்கும் கார்பன் டை சல்ஃபைடு, மெத்தலமின், ஆகியவற்றில் கரையும். பென்சோ நைட்ரைலில் குறைவாகக் கரையும்; நீரால் பகுப்படையும்; உருகுநிலை 70°C (சிதைவடையும்).



1	2
பாதரச (I) சல்ஃபைட்	வெண்ணிற படிகப் பொடி; நீரில் கரையாது; வெப்ப சல்ஃபூரிக் அமிலம் மற்றும் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் ஆகியவற்றில் கரையும். வெப்பத்தால் சிதைவடையும்.
பாதரச டைஃபீனைல் $\text{Hg}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$	நிறமற்ற படிகம்; உருகுநிலை $122^\circ\text{C}$ ; வெப்பத்தால் பாதரசம் டைஃபீனைல் ஆகியனவாகச் சிதைவடைகிறது.
பாதரச டைமெத்தில் $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$	நிறமற்ற ஆவியாகும் நீர்மம்; மிகை நச்சுத் தன்மையுடையது; கொதிநிலை $92^\circ\text{C}$ ; $19^\circ\text{C}$ இல் இதன் அடர்த்தி 3.084 கி/செமீ <sup>3</sup> .
பாதரச ஃபுல்மினேட் $\text{Hg}(\text{CNO})_2$	அடர் பழுப்புப் படிகப் பொடி; உலர்நிலையில் சிறு அதிர்ச்சி மற்றும் வெப்பத்தால் வெடிக்கும்.
பாதரச மெத்தில் குளோரைடு $\text{CH}_3\text{HgCl}$	நிறமற்ற தகடு; உருகுநிலை $170^\circ\text{C}$ ; மிகை நச்சுத் தன்மையுடையது.
மில்லன் காரம் $(\text{Hg}_2\text{N})\text{OH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	மஞ்சள் நிறப் பொடி; நீர், கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும்; நீரிய கார ஹாலைடு கரைசலில் சேர்க்கும்போது ஹாலைடு அயனிகளுக்குப் பதிலாக $\text{OH}^-$ அயனிகள் பரிமாற்றப்படும். $\text{SiY NHg}_4$ நான்குறுப்புகள் (tetramers) நைட்ரஜன் அணுக்களில் நேர்மின் சுமையைப் பெற்றுள்ளன. $\text{OH}^-$ அயனிகளும் இணைந்துள்ளன. இவ்வணிக் கோவையில் இருக்கும் துளைகளில் நீர்மூலக்கூறுகள் அமைந்துள்ளன.
பாதரச தயோகுளோரைடு $\text{Hg}_3\text{S}_2\text{Cl}_2$	மஞ்சள் நிறப் பொடி; நீரில் கரையாது.
பாதரச ஆக்சைடு குளோரைடு $[\text{O}(\text{HgCl})_3]\text{Cl}$	நிறமற்ற படிகம்; குளிர் நீரில் கரையாது. குளோரைடு அயனி, ஃபுளோரைடு அயனியால் பரிமாற்றம் அடையலாம்.
பாதரச (II) ஆக்சலேட் $\text{HgC}_2\text{O}_4$	வெண்ணிறப் பொடி; நீரில் கரையாது; எடர் (Eder's) கரைசலில் பயன்படுகிறது.

த. தெய்வீகன்

துணைநூல். F. Albert Cotton, and Geoffrey Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, Sixth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1984; McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.

## பாதம் - வாய் நோய்

பண்ணை விலங்கினங்களில் பொதுவாகக் காணப்படும் இந்த வைரஸ் நோய் அரிதாக மனிதர்களையும் பாதிக்கிறது. ஐரோப்பா, ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா போன்ற நாடுகளில் கொள்ளை நோயாக இது விலங்கினங்களில் காணப்படுகிறது. பாதம் - வாய்நோயால் (foot-mouth disease) பாதிக்கப்பட்ட விலங்கினங்களின் பாலையும் இறைச்சியையும் உட்கொள்வதாலும், அவற்றின் தோல் போன்றவற்றைக் கையாள்வதாலும், இந்நோய் சில குழந்தைகளையும் முதிர்ந்தவர்களையும் பாதிக்கிறது. இந்நோயின் மறை காலம் 2-18 நாட்கள் ஆகும். தோலிலும் சிலேட்டுமப் படலத்திலும் பல அறைகள் கொண்ட கொப்புளங்கள் இந்நோயின்போது தோன்றுகின்றன. கரு உள் அமைப்புகள் கொப்புளங்களின் அடித்தளத்தில் காணப்படுகின்றன.

காய்ச்சல், தலைவலி, சோர்வு, வாய்ச் சிலேட்டுமத்தின் உலர்வு, எரிச்சல் தன்மை ஆகியவற்றுடன் நோய் தொடங்குகிறது. 2-3 நாட்களில் உதடு, நாக்கு, வாய்ச் சிலேட்டுமம், உள்ளங்கை, உள்ளங்கால், விரலிடைத் தோல் ஆகியவற்றில் கொப்புளங்களும், உடலெங்கும் அரிப்பும் தோன்றுகின்றன. கொப்புளங்கள் வெடித்துப் புண்களாக மாறிக் குருதி வெளிப்பாடும் உண்டாகிறது. சிலபோது கை அல்லது வாய் மட்டுமே பாதிக்கப்படும். விரைவிலேயே காய்ச்சல் குறைந்து நோய் சீரடைகிறது. 2-3 வாரங்களில் புண்கள் அனைத்தும் வடுக்கள் இல்லாமல் மறைந்துவிடுகின்றன.

நோயறிய, திசு வளர் ஊடகம், சீமைப் பெருச்சாளி, கோழிக் குஞ்சு ஆகியவற்றின் வைரஸ்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். அறிகுறிகளைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமைகிறது. கடுமையான சட்டங்களைக் கொண்டந்தமையால் அமெரிக்காவில் இந்நோய் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இது போன்றே கை-கால்-வாய் நோய் என்பதும் அமெரிக்காவில் காணப்படுகிறது.

(மு.ப. கிருஷ்ணன்)

விரிக்கவும் முடியாத நிலை ஏற்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து பாதம் வீழல் உண்டாகிறது.

பாதத்தின் மேல்புறத்தில் தொடு உணர்வு இருப்பதில்லை. ஆனால் ஆழ்ந்த உணர்ச்சிகள் (அதிர்வு, உணர்வு, மூட்டு உணர்வு) பாதிக்கப்படுவதில்லை. பெரும்பாலான நரம்பு அழற்சியில் இந்நிலை காணப்படுகிறது. நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்போ, வளர்சிதை மாற்றப் பாதிப்போ இதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம். தொங்கு பாதத்தால் நடக்கும்போது பாதம் தரையை உரசிக் கொண்டே இருக்கும். முழுமையாகத் தரையிலிருந்து பாதத்தைத் தூக்க முடியாது. இதைத் தொடர்ந்து தசைகளும் சூம்பிவிடுகின்றன. காரணத்தைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமைகிறது.

(மு. ப. கிருஷ்ணன்)

## பாதம் பருப்பு

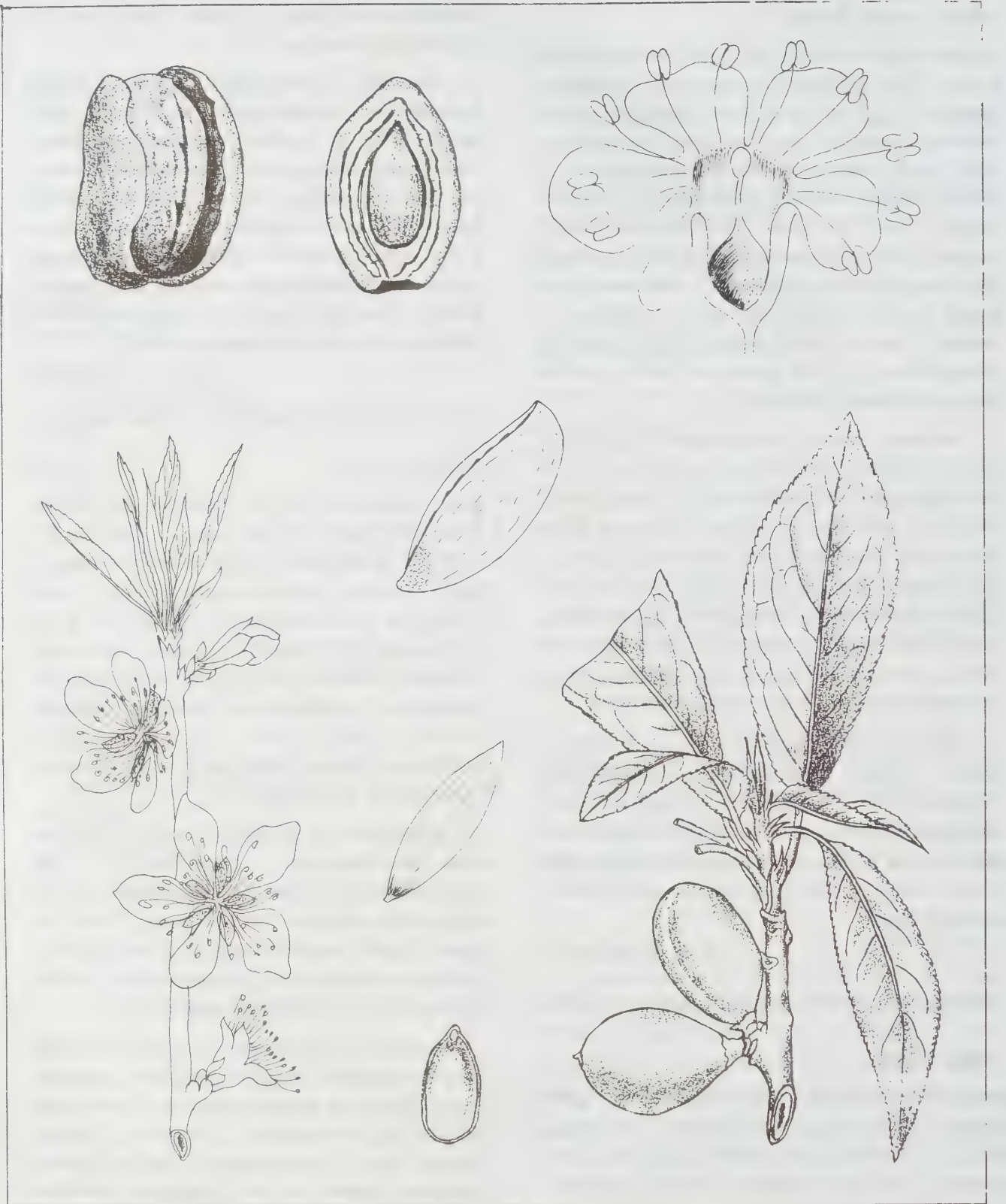
இதன் தாவரவியல் பெயர் புருனஸ் அமிக்டேலஸ் (Prunus amygdalus) என்பதாகும். இது ரோசேசி எனப்படும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். இதற்குப் பாதுமை, வாதுமை, வாதாங்கொட்டை, பாதாமி என்னும் பல பெயர்களுமுண்டு. புருனஸ் என்பது ஒரு பேரினமாகும். இதில் இலையுதிர் மற்றும் பசுமை மாறாமரங்களும் செடிகளும் காணப்படும். இதில் உள்ள பல சிற்றினங்கள் உண்ணக்கூடிய கனிகளான பாதுமை, ஏப்ரிகாட், செர்ரி, பிளம், பீச் முதலியவற்றைக் கொடுப்பவை. ஏனைய சிற்றினங்கள் வண்ண மலர்களைக் கொண்ட எழில் செடிகளாகும்.

இந்தியாவில் 19 சிற்றினங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை தன்னிச்சையாக வளரக்கூடியவை. இவை பொருளாதாரச் சிறப்பு காரணமாக இந்தியாவில் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டவையாகும். செர்ரி, ஏப்ரிகாட், பிளம், பீச், பாதுமை முதலிய கனிகளைக் கொட்டைக் கனிகள் என்பர். இவற்றின் கனி உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி (drupe). கனியின் உள்தோல் கெட்டியாக ஒடு போல் காணப்படும்.

வளரியல்பு. பாதுமை மரங்கள் அழகான இலையுதிர் வகை மரங்களாகும். இலைகள் தனித்தவை; முழுமையானவை; உதிரக்கூடிய இலைச்செதில்களைக் கொண்டவை; மலர்கள் முழுமையானவை; ஆர்ச்சமச்சீர்; இருபால் மலர்கள்; புல்லி, அல்லி இதழ்கள், மகரந்தத் தாள்கள் முதலியவை கிண்ண வடிவப் பூத்தளத்தின் விளிம்பில் அமைந்திருக்கும். புல்லிகள் 5 தனித்தவை; அல்லிகள் 5 தனித்தவை; மகரந்தத்தாள்கள் 10-20 இருக்கும்.

## பாதம் வீழல்

இதைத் தொங்குபாதம் (foot drop) என்றும் கூறலாம். இதில் பாதத்தை மேல் நோக்கித் தூக்க முடியாத நிலை ஏற்படுகிறது. பொதுப் பெரோனியல் நரம்பு பாதிக்கப்படும்போது, நளக எலும்பின் முன்புறத் தசைகளும் பெரோனியத் தசைகளும் செயலிழந்து சூம்பிவிடுகின்றன. பாதத்தையும் கால் விரல்களையும் மேல் நோக்கி மடக்கவும், பாதத்தை உட்புறமாக



பாதுமை செடியும் அதன் பகுதிகளும்



(சூலகம். ஒரு சூலக இலை; ஒரு சூலக அறை; கிண்ணத்தின் நடுவில் அமைந்திருக்கும் மேல் மட்டச் சூலகம்; சூல் ஒன்று தொங்கு நிலையில் அமைந்திருக்கும்.

கனி. உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி; புறத்தோல், நடுத்தோல் ஆகியன சதைப்பற்றாக இருக்கும். உள்தோல் கெட்டியாக ஒடு போல் காணப்படும். அதில் நெடுக்குவாட்டில் கோடு காணப்படும். விதை முளைக்கும்போது கொட்டை உடையும். உள் ஒட்டில் ஆழமற்ற நீள்பள்ளங்கள் காணப்படும்.

வகைப்பாடு. பி. அமிக்டேலஸ் என்னும் சிற்றினத்திலுள்ள மூன்று வகைகள் உண்டு. அவை அமிக்டேலஸ் வகை, அமாரா வகை, சடைவா வகை முதலியன ஆகும். மேற்காசியா, கீரிஸ் மற்றும் வட ஆப்பிரிக்காவில் தன்னிச்சையாக வளர்வது முதல் வகையாகும். இரண்டு மற்றும் மூன்றாம் வகைகள் பெரும்பாலும் சாகுபடி வகைகள் ஆகும். அமாரா பாதுமை பொதுவாகக் கசப்புப் பாதுமையையும், சடைவா பாதுமை இனிப்பு வகையையும் குறிக்கும். பாதுமைக் காயின் ஒடு மிகக் கெட்டியாகவோ மெல்லியதாகவோ இருத்தல், அறுவடையின் போது மரத்திலிருந்து பழங்களை எளிதில் பறிக்க முடியாமை, பழங்கள் மிகுதியாக உதிர்வது, பசையோடு கூடிய பருப்பு முதலியவை சில சிக்கல்களாகும். பின்பருவப் பூத்தல், காய்ப்பு மிகுதி, அறுவடையின்போது முழு வளர்ச்சி, பழத்தோல் எளிதில் ஒடு நீக்கல், நோய் எதிர்ப்புத்திறன், உயர்வகைப் பருப்பு முதலியவை தேர்வு செய்யப்பட்ட சாகுபடிப் பாதுமையில் காணப்படும்.

பருப்புக்காக மட்டுமல்லாமல் அழகு தாவரமாகவும் பாதுமையைப் பயன்படுத்துவதுண்டு. சில வகைகளில் வெண்மையான மலர்களும், சிலவற்றில் அடுக்கு மலர்களும் காணப்படும். சிலவற்றில் இலைகள் பல வண்ணம் கொண்டவை. சில வகைகள் குட்டை மரமாக இருக்கும். சில வகைகள் தொங்கும் கிளைகளுடன் அமைந்திருக்கும். பாதுமை மலர்களில் பூந்தேன் மகரந்தத்தூள்கள் ஆகியன மிகுதியும் காணப்படுவதால் தேனீக்கள் பெருமளவில் இத்தோட்டங்களில் காணப்படுகின்றன. எனவே பாதுமை மரத்தைச் சாகுபடி செய்பவர்கள் மிகுதியாகத் தேன் எடுப்பதும் உண்டு. கசப்பு, இனிப்புப் பாதுமைகளைப் பழத்தோட்டங்களில் மிகுதியாகச் சாகுபடி செய்வர். கசப்புப் பாதுமை விதைகளிலிருந்து வணிக முறையில் பாதுமை எண்ணெய் தயாரிப்பர். மேலும் இனிப்புப் பாதுமையை ஒட்டுப்போட இதை ஆதாரத் தாவரமாகவும் பயன்படுத்துவர்.

இனிப்புப் பாதுமையை அவற்றின் ஒட்டுத்தன்மையைப் பொறுத்து மேலும் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை கெட்டி ஒடு, மெல்லிய ஒடு, காகித ஒடு என்பன. அமெரிக்காவிலிருந்து புகுத்தப்பட்ட சில வகை நன்பரீஸ், நீ-பிள்ஸ் - அல்ட்ரா ட்ரேக் ஆகியவை. இந்தியாவில் காணப்படுபவை எந்தக் குறிப்பிட்ட வகையைச் சேர்ந்தவை என்று கூறு முடியாது. இதற்குக் காரணம் விதைகள் மூலம் இவற்றைச் சாகுபடி செய்வதும், தக்க தேர்வு முறைகளைக் கையாளாததுமேயாகும்.

சாகுபடி. பாதுமைச் சாகுபடிக்கு ஈரப்பசை அற்ற, குளிர்ந்த தட்பவெப்பநிலை தேவை. பழுக்கும் நிலையில் சற்று வெப்பச் சூழல் தேவைப்படும். நல்ல விளைச்சலுக்கு 60 செ.மீட்டருக்கு மேல் மழை பெய்தல் நன்று. பொதுவாகப் பாதுமை முன் வேனிற் காலத்தில் மலர்கிறது. எனவே வேனிற் காலப் பனிமூட்டம் குறைவாக உள்ள இடங்களில் பாதுமை பெரும் பயன் தரும். பனி மூட்டத்தை அடுத்து ஒன்று அல்லது இரண்டு நாளில் வெப்பம் மிகுந்திருக்குமானால், மலர், கனி ஆகியன தோன்றுவது பாதிக்கப்படும். பின் பருவத்தில் பூக்கும் வகைகள் இப்பாதிப்பிலிருந்து தப்பி விடும். இம்மரங்கள் ஆழமான வேர்த்தொகுதியைக் கொண்டதால் ஆழமான, வளமான நீர் வடிகால் வசதியுள்ள மண் மிகவும் தேவை. வறட்சிச் சூழ்நிலையை ஓரளவு தாங்கும் தன்மை கொண்ட பாதுமை, நீர்த் தேங்கலைத் தாங்கிக் கொண்டவதில்லை.

இனப்பெருக்கம். இந்தியாவில் பாதுமை பெரும்பாலும் விதைகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. ஜூலை அல்லது செப்டம்பரில் சேகரிக்கப்பட்ட விதைகளை டிசம்பர் வரை குளிர்ச்சியான, ஈரப்பசையற்ற சூழலில் சேமித்து வைப்பர். விதைகள் இரு மாதங்கள் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் வைக்கப்படும். சில பகுதிகளில் செயற்கை முறையில் குளிர் பதனப்படுத்தல் முறையில் விதை உறக்க நிலையை முறிப்பதுண்டு. இவ்விதைகள் நாற்றுப் பாத்தியில் விதைக்கப்பட்டு முளைக்கும். முளைத்த நாற்றுகளை ஓராண்டு கழித்து இடப்பெயர்ச்சி செய்வர். 1 மீ. குறுக்களவுள்ள குழிகள் 6-8 செ.மீ இடைவெளிகளில் தோண்டப்பட்டு, அவற்றில் மரக்கன்றுகள் நடப்படும். சற்று வறண்ட பகுதிகளில் நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். இம்மரத்திற்கு நைட்ரஜன் மிகுதியாகத் தேவைப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் சத்து குறைந்தால் மலர்கள் நன்கு காய்களா வதில்லை; அவ்வாறு காய்கள் தோன்றினாலும் பருப்பு மிகச் சிறியதாக இருக்கும். அப்போது நைட்ரஜன் உரம் அல்லது செத்தை மட்கு மிகுதியாகக் கொடுக்க வேண்டும். பாதுமையில் மொட்டொட்டு மற்றும் ஒட்டுப் போடும் முறை மூலமும்

தேவையான வகைகளைப் பெருக்கலாம். வேர்த் தாவரமாகப் பயன்படுவது இனிப்பு அல்லது கசப்புப் பாதுமையாகும். சிலர் ஏப்ரிகாட், பீச், பிளம் முதலியவற்றையும் ஒட்டுப் போடப் பயன்படுத்துவர். பாதுமையைப் பாதுமையோடு, குறிப்பாகக் கசப்புப் பாதுமையோடு ஒட்டுப்போட்டால் பெரும்பயன் கிடைப்பதாகத் தோட்டவியலார் கூறுகின்றனர். 20-30 செ.மீ. உயரம் வளர்ந்த 2 அல்லது 3 மாதக் கன்றுகளில்தான் மொட்டொட்டு முறை கையாளப்படும். ஒட்டுப்போடும் செடிகளிடையே வயது வேறுபாடு காணப்பட்டால் நாக்கு அல்லது சாட்டை ஒட்டுதல் முறை பின்பற்றப்படும்.

பாதுமை மரம் நீண்ட கிளைகளுடன் மிக உயரமாக வளரும் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் காய்கள் மிகுதியாக அவற்றில் உண்டாகும்போது மிகு எடை காரணமாகத் தொய்வு ஏற்படும். அதனால் கிளைகளைத் தக்க பருவத்தில் கவாத்து செய்து வலிமையடையச் செய்ய வேண்டும். கனிகள் குட்டைக் கிளைகளில் தோன்றுமாறு கவாத்து செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு வெட்டிவிடப்படும் கிளைகள் ஐந்து ஆண்டுகள் பயன் தரும். காய்க்கும் மரங்களில் உண்டாகும் கிளைகளில் ஐந்தில் ஒரு பங்கைக் கழித்து விடுவது வழக்கம். இதனால் சிறந்த காய்கள் கிடைக்கும். கிளைகளில் வயது காரணமாக நோய் உண்டாகி, காய்ப்புக் குறையத் தொடங்கினால் அவற்றை அடியோடு வெட்டி நீக்குவது நல்லது. மேலும் வயதான மரங்களுக்கிடையே புது இளம் கன்றுகளை நடுவதால் தோட்டத்திலிருந்து தொடர்ந்து பயன் கிடைக்கும். இளம் மரங்கள் காய்க்கத் தொடங்கியதும் சிறிது சிறிதாக முதிர்ந்த மரங்களை நீக்குவர்.

**மகரந்தச் சேர்க்கை.** பெரும்பாலான பாதுமை வகைகள் தன்-மலட்டுத் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். சில வகைகள் அயல்-ஓவ்வாமைப் பண்பையும் கொண்டிருக்கும். இதனால் பழத்தோட்டங்களில் ஏற்பு வகைகள் பயிரிடப்படுவது வழக்கம். இந்தச் சிக்கல், மொட்டு ஒட்டுதல் அல்லது கிளை ஒட்டுதல் முறைகளில் தோன்றுவதில்லை. பழத்தோட்டங்களில் பொதுவாக மூன்று வரிசை முக்கிய வகை மரங்களையும், ஒரு வரிசை மகரந்தச் சேர்க்கைக்கான வகைகளையும் நடுவர். இவ்வாறு நடப்படும் வகைகளின் மகரந்தச் சேர்க்கை, காலம், பூவின் பண்புகள் ஆகியன அறியப்பட வேண்டும். பொதுவாகத் தேனீக்கள் மூலம் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதால் தேனீ வளர்ப்புப் பெட்டிகளைத் தோட்டங்களில் வைப்பதால் விளைச்சல் பெருகும்.

**பயன்கள்.** பாதுமைப் பருப்பைப் பச்சையாகவோ வறுத்தோ உண்ணலாம். உப்பிட்டு வறுக்கப்படும் முறையே பெரும்பாலும் பின்பற்றப்படுகிறது. பருப்பு மிகுதியும்

மிட்டாய்த் தயாரிப்பிலும், பாதுமைப்பால் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது. வெண்மையாக்கப்பட்ட பருப்பைக் கொண்டு மக்ரோன்கள் தயாரிப்பர். இனிப்பு மற்றும் கசப்புப் பாதுமையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயைப் பயன்படுத்தி மிட்டாய், மருந்து, மணத்தைலம் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பர். எண்ணெய் எடுக்கப்பட்ட பாதுமை மாவைக் கொண்டு நீரிழிவு நோய்களுக்கு ஏற்ற உணவு தயாரிக்கலாம். இதில் எண்ணெய், கொழுப்பு, மாவுச் சத்து ஆகியன குறைவு. சில நாடுகளில் இளம் பாதுமைக் காய்களைப் பால் கட்டும் நிலையில் பறித்துச் சர்க்கரைப் பாகு அல்லது உப்பு இட்டு ஊறுகாய் செய்வர். பாதுமைப் பருப்பு அனைத்து வயதினருக்கும் ஏற்ற மிகச் சிறந்த உணவாகும். குறிப்பாகக் குடல் புண் உள்ளவர்களுக்கு மிகவும் ஏற்றது. பச்சைச் காய்களையும், வாய்ப்புண்ணுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். பருப்பு, மிளகு, வெள்ளரி விதை, கசகசா முதலியவற்றைச் சேர்த்துக் கோடைகாலப் பானம் தயாரிப்பர். இது ஊட்டச்சத்தையும் குளிர்ப்பியையும் கொடுக்க வல்லது.

கசப்பு மற்றும் இனிப்புப் பாதுமைப் பருப்பிலிருந்து பாதுமை எண்ணெயைப் பிழித்து எடுப்பர். இது விலை மிகுந்துள்ளமையால் உணவாகப் பயன்படுவதில்லை. பெரும்பாலும் மருத்துவம் மற்றும் மணப்பொருள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. கசப்புப் பாதுமையிலிருந்து கொழுப்பு எண்ணெய் எடுத்த பிறகு எஞ்சியுள்ள பிண்ணாக்கிலிருந்து மண எண்ணெய் எடுக்கப்படும். இந்த எண்ணெய் தயாரிக்க பிண்ணாக்கை நீரில் கலந்து 12 மணி நேரம் 50°-60° C வெப்பத்தில் வைப்பர். நொதி 'எழுல்சின்' வினை காரணமாக எண்ணெய் கிடைக்கும். இதை வாலை வடித்தல் மூலமாகப் பிரித்தெடுப்பர். பாதுமைப் பருப்பில் 0.5% மட்டுமே இந்த எண்ணெய் காணப்படும். இது மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. மீன் எண்ணெய், விளக்கெண்ணெய் முதலியவற்றின் மணத்தை மறைக்க இந்த எண்ணெயைச் சேர்ப்பர்.

பாதுமையின் ஒரு பல விதங்களில் பயன்படுவதுண்டு. தோல் தூய்மைப்படுத்துதல் உலோகத் தயாரிப்பு முதலியவற்றில் இது பயன்படுகிறது. உலைகளில் இதை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவர். பொடி செய்த ஒட்டை உரமாகப் பயன் படுத்துவர். பொடி செய்த பாதுமை ஒட்டுக் கரியைப் பல்பொடித் தயாரிப்பில் சேர்ப்பர். பாதுமையின் சதைப்பற்றான மேல்தோல் கால்நடைத் தீவனமாகும். இது தோல் பதனிடுதலிலும் பயன்படுகிறது. பாதுமைப் பழம் மட்டுமல்லாது அம்மரத்தின் பிற பகுதிகளும் பலவாறாகப் பயன்படுவதுண்டு. அடிமரம், பெரிய கிளைகளிலிருந்து கோந்து கிடைக்கும். இதை மருந்துகள், வில்லைகள்



தயாரிப்பில் சேர்ப்பதுண்டு. இதன் மரக்கட்டை பழுப்பு நிறம் கொண்டது. இது கடைசல் வேலைகளுக்குப் பயன்படும்.

**நோய்கள்.** பலவகைப் பூசணங்கள் இலைகளைத் தாக்குவதுண்டு; சில பூச்சிகள் இலைகளைச் சேதப்படுத்தும். இதற்கு மருந்தாக மழைக்காலத்திற்கு முன்பே பூச்சி மருந்து தெளிப்பர்; பாதுமை, விட்டில் எனப்படும் எடிஸ்டியா காடல்லா பூச்சி, ஒடு நீக்கிய பருப்பைச் சேதப்படுத்தும். கனி ஒழுகல் மற்றும் பிஞ்சு உதிர்த்தல் போன்றவை தாமிரம் அல்லது போரான் குறைபாடால் ஏற்படும். அதனால் பிஞ்சு பிடித்த ஒரு வாரத்தில் தக்க உரம் தெளிக்க வேண்டும்.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

துணைநூல். A.B.Rendle, *Classification of Flowering Plants*, University Press, Cambridge, 1959.

## பாதிரிக் குடும்பம்

தாவரவியலார் பாதிரிக் குடும்பத்தைப் பிக்னோனியேசி என்று குறிப்பிடுவர். இருவித்திலை வகுப்பில் கேமோபெடலே துணை வகுப்பில் பைகார்பலேடே தொகுப்பில் இக்குடும்பம் அடங்கும். இக்குடும்பத்தில் 120 இனங்களும் 650 சிற்றினங்களும் உள்ளன. பெரும்பாலான இனங்கள் வெப்ப மண்டல நாடுகளில் பரவியுள்ளன. சில மித வெப்ப நாடுகளிலும் காணப்படும். தென் அமெரிக்கா, பிரேசில், கேம்ப்போஸ் எனப்படும் புல்வெளிகளில் இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த வறள் நிலத் தாவரங்கள் காணப்படும்.

**வளரியல்பு.** இக்குடும்ப இனங்கள் மரங்களாகவும் செடிகளாகவும் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலானவை காட்டுக் கொடிகளாகும். கொடி வகைகளில் பல சிறப்புப் பண்புகளைக் காணலாம். தென் அமெரிக்க வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் இக்குடும்பக் கொடிகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இக்குடும்பக் கொடிகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். காம்ப்ஸ் ரேடிக்கன்ஸ் (Camps radicans) என்பது வேர்க் கொடியாகும். இக்கொடியின் வேர்கள் பற்று உறுப்புகளாகச் செயல்படும். டெக்கோமேரியா, பாண்ட்டோரியா முதலியவை கூழல் கொடிகளாகும். இவற்றின் தண்டுகள் ஆதாரத் தாவரங்களைச் சுற்றி வளரும்.

எக்ரிமோகார்ப்பஸ் என்னும் இனத்தில் கணுவிடைகளும், இலைக் கம்புகளும் உணர்வுத் திறன் கொண்டவை. ஆதலால் ஆதாரத் தாவரத்தைச் சுற்றி வளர, தானே வழி செய்து கொள்கின்றன. பிக்னோனியா போன்ற பல இனங்கள் பற்றுக்

கொடிகளாகும். இக்கொடிகளில் சிற்றிலைகள் பற்றுக் கம்பிகளாக உருமாறியிருக்கும். பற்றுக்கம்பிகள் சாதாரண பற்றுக் கம்பிகள், கிளைத்த கொக்கி போன்ற பற்றுக் கம்பிகள், பற்று கம்பிகளின் நுனியில் ஒட்டக்கூடிய வில்லைகளைக் கொண்டவை என மூவகைப்படும். சான்றாக, கிளாசியோவா கொடி வகைகள் உள்ளமைப்பில் பல சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளமையைக் காணலாம். பொதுவாக இவற்றில் ஆக்கத்திசு (cambium) செயல்படும். தொடக்க நிலையில் வட்டமாக இது இருக்கும். ஆக்கத்திசு வளையம் நான்கு இடங்களில் சைலத்தைத் தோற்றுவிக்கும். இதனால் தண்டில் சைலம், ஃபுளோயம் வேறுபட்ட ஆரங்களில் மாறி மாறி அமைந்துள்ளமையைக் காணலாம்.

**இலை.** பெரும்பாலும் சிறகு வடிவம் கொண்ட கூட்டிலைகள் காணப்படும். இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. எதிரிலை, குறுக்கு மறுக்கு அமைப்பு பெற்றிருக்கும். கிரசன்ஷியா என்னும் மரத்தில் முதலில் தோன்றும் இலைகள் தனித்தவை. பிறகு படிப்படியாக அவை கூட்டிலைகளாக மாறுவதைக் காணலாம். அதாவது ஒரே கிளையில் தனி இலைகள், ஒரு சிற்றிலை, இருசிற்றிலைகள், மூன்று சிற்றிலைகள் கொண்ட கூட்டிலைகளைக் காணலாம்.

**மஞ்சரி.** இலைகளின் அமைப்பைப் போலவே மஞ்சரிகளின் அமைப்பும் இருக்கும். மேலும் இது சைம் மஞ்சரியாகக் காணப்படும். கிரசன்ஷியா இனத்தில், அடிமரத்தில் இருந்து மலர்கள் தனித்தனியாகத் தோன்றும். கைஜுலியா என்னும் மரத்தின் மஞ்சரிகள் நீண்ட காம்பைப் கொண்டவை. அவை அடிமரத்தை ஒட்டிய கிளைகளில் நீண்டு, தொங்கும் நிலையில் காணப்படும். மலர்கள் பூவடிச் செதில், பூக்காம்புச் செதில்கள் கொண்டவை. முழு மலர்கள், இருபால், ஒழுங்கற்ற, இருபக்கச் சமச்சீர் பண்பு கொண்டவை.

**புல்லிவட்டம்.** 5 இணைந்த புல்லிகள் கொண்டது. இவற்றுள் வேறுபாடுகள் மிகுதி. ஸ்பேதோடியா என்னும் ஆப்பிரிக்க இனம், பாலை நிலத்தை அடுத்த வறள் பகுதிகளில் காணப்படும். இம்மலர்களின் புல்லி வட்டத்தை நீர்ப்புல்லி வட்டம் என்பர். இது மொட்டு நிலையில் மிகுதியான நீரை உள்ளே கொண்டிருக்கும். அதனால் ஏனைய மலர் உறுப்புகள் காயாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. புல்லிகள் பிரிவதிலும் வேறுபாடுகள் காணப்படும். இப்புல்லி வேறுபாடுகளே இனங்களைக் கண்டுகொள்வதில் பயன்படுகின்றன.

**அல்லிவட்டம்.** இது 5 அல்லிகள் கொண்டது. அல்லிகள் இணைந்தவை; அல்லி வட்டம் பொதுவாகப் புனல் அல்லது மணி வடிவம் கொண்டது. அரிதாக ஈருதடு வடிவம் கொண்டது. குழல் பெரிதாக வண்ணத்தோடு கவர்ச்சியாகக் காணப்படும்.



மகரந்தத்தாள்கள். 4 மகரந்தத்தாள்கள் அல்லி ஓட்டியவை. பெரும்பாலான இனங்களில் ஐந்தாம் மகரந்தத்தாள் மலடாகி, குச்சிபோல் உருமாறியிருப்பதைக் காணலாம். மகரந்தத் தாள்களில் இரண்டு உயரமாகவும், இரண்டு குட்டையாகவும் காணப்படும். இரண்டு மகரந்தப்பைகளில், பொதுவாக ஒன்று மேலேயும் ஒன்று கீழேயும் இருப்பதைக் காணலாம்.

மகரந்தத்தாள்கள் கோள வடிவத்தில் அனைத்து இனங்களிலும் ஒரே வகையாக இருக்கும். சூலிலைகள் இரண்டு இணைந்தவை. சூலறை இரண்டு; எக்ரிமோகார்பஸ், கிரெசன்ஷியா போன்ற இனங்களில் சூலறை ஒன்றாக இருக்கும். கிரெசன்ஷியாவில், ஓரறை, ஈரறை மற்றும் இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட பல நிலைகள் உள்ளமையைக் காணலாம். மேல் மட்டச் சூல்பை உண்டு. பல சூல்கள் ஈரறைச் சூலகப் பைகளில் அச்சொட்டு முறையிலும், ஓரறைச் சூலகப் பைகளில் சுவரொட்டு முறையிலும் அமைந்திருக்கும். பூந்தேன் சுரப்பி கிண்ண வடிவில் சூலகத்திற்கு அடியில் அமைந்திருக்கும். சூலகத் தண்டு ஒன்று; அகன்ற, உணர்திறனுடைய சூலக முடி இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும்; மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு முன் இது விரிந்து காணப்படும். தொட்டால் மூடிக் கொள்ளும்.

கனி. பலவகைக் கனிகளுண்டு; பொதுவாக வெடிகனி (capsule) ஆகும். கிரெசன்ஷியா மற்றும் அதைச் சார்ந்த இனங்களின் கனிகள் சதைப்பற்றான வெடியாக் கனிகளாகும். ஸ்பேதோடியா கனி கெட்டி ஓட்டுடன், வெடித்தவுடன் படகு போல் அழகாக இருக்கும். பல விதைகள் பெரும்பாலும் தட்டையாக, மெல்லிய சவ்வு போன்ற இறக்கைகளைக் கொண்டிருக்கும். முளைசூழ்தசை (endosperm) இல்லை.

வகைப்பாடு. பிக்னோனியேசி குடும்பம் நான்கு துணைக் குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக அவற்றின் கனி அமைப்பு வேறுபடும்.

பிக்னோனியே. இதன் சூலகம் ஈரறை கொண்டது. உருண்டையாக அல்லது உள்தடுப்புச் சுவருக்கு இணையாகத் தட்டையாக இருக்கும். இதன் விதைகள் இறகு அமைப்புக் கொண்டவை. கொடிகள் பொதுவாகப் பற்றுக்கம்பி கொண்டவை. எ-டு: கிளேசியோவியா, டோசேன்தா, ஓரோக்கைலம்.

டெகோமியே. இதன் சூலகம் ஈரறை கொண்டது. உருண்டையாக அல்லது உள்தடுப்புச் சுவருக்குச் செங்குத்தாகத் தட்டையாக இருக்கும். இதன் விதைகள் இறகு அமைப்புக் கொண்டவை. அரிதாகப் பற்றுக்கம்பிகள் கொண்டவை. எ-டு: கடால்பா, டெகோமா, ஸ்பாத்தோடியா, இன்கார்வீலியா, ஜேகராண்டா.

எக்ரிமோகார்பியே. இதன் சூலகம் ஓரறை கொண்டது. உலர் வெடிகனி கீழிருந்து மேல்நோக்கி உடையும். விதைகள் இறகுடையவை. பற்றுக்கம்பி கொண்ட கொடிகள் காணப்படும். எ-டு: எக்ரிமோகார்பஸ்.

கிரெசன்ஷியே. இதன் சூலகப்பை ஒன்று அல்லது இரண்டு அறை கொண்டது. கனி சதைப்பற்றுடன் உலர் வெடியாக் கனி (berry) ஆகும். இறகு அமைப்புற்ற விதைகள் உள்ளன. எ-டு: பார்மெண்டரா, கிரெசன்ஷியா, ஃபில்லார்த் ரோன், கைஜீலியா.

## குடும்ப இனங்கள்

ஓரோக்கைலம். உயரமான இம்மரம், இலையுதிர் காடுகளில் காணப்படும். கூட்டிலைகள் 2 அல்லது 3 ஆகப் பிரிந்திருக்கும். இதன் மலர்களின் ஐந்து மகரந்தத்தாள்களும் வளமானவை. கனி மிக நீண்ட வெடிகனியாகும். ஒ.இண்டிகம் என்பதைத் தமிழில் ஆச்சி, பனா அல்லது பேய்மரம் என்பர்.

மில்லிங்டோனியா. இது சாலை ஓரத்தில் வளர்க்கப்படும் மரமாகும். இதன் வேர்களிலிருந்து கன்றுகள் தோன்றும். தண்டு தடிமனான தக்கையைக் (cork) கொடுக்கும். நறுமண மலர்கள் நீண்ட, குழலைக் கொண்டிருக்கும். இது தமிழில் மரமல்லி அல்லது காட்டு மல்லி எனப்படும்.

டோலிகாண்ட்ரான். இது குன்றுகளின் சரிவுகளிலும், மலை அடிவாரப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் குட்டையான மரமாகும். இதன் மலர்கள் விடியலில் மலர்ந்து, நண்பகலில் வாடிவிடும். கனிகள் கெட்டியான ஓட்டுடன் ஓராண்டு மரத்திலேயே வெடிக்காது இருக்கும். டோ.ஆட்ரோவைரன்ஸ் மரத்தைப் பம்பாதிரி என்றும், டோ.ஃபால்க்கோவைக் காட்டு நாரை அல்லது சித்தத்தி என்றும் குறிப்பிடுவர்.

ஜாக்கரண்டா. இந்த அழகிய ஊதா நிற மலர்களைக் கொண்ட நடுத்தர மரம், பூங்காக்களிலும், தோட்டங்களிலும் வண்ண மலர்களுக்காகவும், நிழலுக்காகவும், வளர்க்கப் படுகிறது.

கைஜீலியா. ஆப்பிரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இம்மரம் வெப்ப நாடுகளில் தொங்கும் நீண்ட மஞ்சரி களுக்காகப் புகுத்தப்பட்டு நிலைத்துவிட்டது. தமிழில் இதை மரச்சுரை, சிவன்குந்தனம் என்று கூறுவர்.

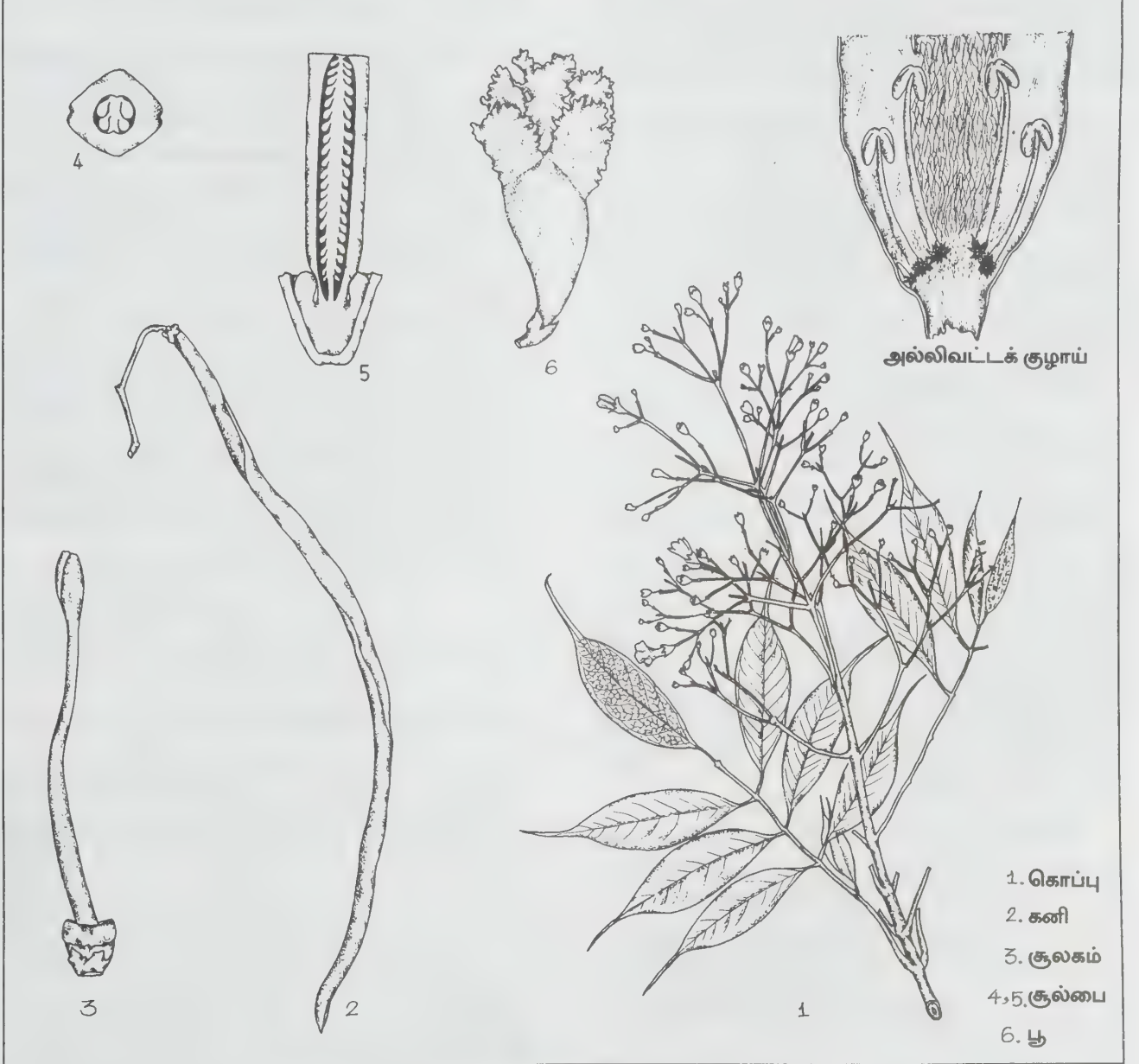
ரேடர்மெக்சீரா. இது 12-20 மீ. உயரம் வளரக்கூடிய மரமாகும். இதன் மலர்கள் வெண்ணிறமானவை. இலையுதிர் காடுகளில் காணப்படும் இம்மரத்தை மான்கொம்பு, வேதங்குருணை அல்லது பரதக்கொன்னை என்பர்.

ஸ்பாத்தோடியா. ஆப்பிரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இம்மரம் வறள் பகுதிகளில் வளரக்கூடியது. இதன் மலர்கள் கவர்ச்சியாகவும் மிகப் பெரியவாகவும் குருதிச் சிவப்பாகவும் மஞ்சள் விளிம்பைப் பெற்றும் காணப்படும். காய்கள் கெட்டியான கட்டை போன்ற ஓட்டைக் கொண்டு இருக்கும். இதைத் தண்ணீர்க்காய் மரம் என்பர்.

ஸ்டிரியோபெர்மம். இது 20 மீ. உயரம் வளரக்கூடிய இலையுதிர் மரமாகும். இந்தியா, இலங்கை, தாய்லாந்து

முதலிய நாடுகளின் காடுகளில் இது தன்னிச்சையாக வளரும். இதன் நறுமண மலர்கள் இளம் ஊதா நிறம் கொண்டவை. இதைப் பாதிரி மரம் என்பர். இது பல இந்துக் கோயில்களில் தல விருட்சமாகக் காணப்படுகிறது.

டேபிபுயா. தென் அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இம்மரம் பசுமையான இலைகளுக்காகவும், வெள்ளை அல்லது இளம் சிவப்பு மலர்களுக்காகவும் இந்தியா மற்றும் பல வெப்ப நாடுகளில் புகுத்தப்



பட்டுள்ளது. இம்மரம் பூங்கா, தோட்டம், சாலை ஓரம் இவற்றில் வளர்ந்துள்ள மையைக் காணலாம்.

டெக்கோமா ஸ்டான்ஸ். தென் அமெரிக்கா, மேற்கிந்தியத் தீவுகளைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்ட இச்செடி இந்தியா மற்றும் வெப்ப நாடுகளில் புகுத்தப்பட்டு நிலைத்து விட்டது. இது பொதுவாகப் பூங்காக்களில் மஞ்சள் நிற மலர்களுக்காக வளர்க்கப்படும் சிறுமரம் அல்லது செடியாகும்.

டெக்கோமேரியா. மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் காணப்படும் இது தென் அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. ஆரஞ்சு, சிவப்புநிற மலர்களோடு கூடிய இக்கொடி வேலிகளுக்கும், பந்தல்களுக்கும் மிகவும் ஏற்றது.

கிரெசன்ஷியா கஜீட். வெப்ப அமெரிக்கப் பகுதியைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்ட இம்மரம் அதன் காய்களுக்காக இந்தியா, இலங்கை, தாய்லாந்து முதலிய நாடுகளில் பரவியுள்ளது. பெரிய காய்கள் அடிமரத்தில் தோன்றும். காய்கள் முற்றியதும் கனித்தோல் கெட்டியாகி ஒடு போன்று மாறிவிடும். இக்கனியின் உள்ளேயுள்ள சதைப்பகுதி, விதைகளை நீக்கி விட்டு ஒட்டுப்பகுதியைப் பல விதங்களில் பயன்படுத்தலாம். திருவோடு, இம்மரக் காயின் ஓடாகும்.

பயன். இக்குடும்பத் தாவரங்கள் வண்ண மலர்களுக்காகத் தோட்டங்களிலும், பூங்காக்களிலும் வளர்க்கப்படுகின்றன. மரங்களை நிழலுக்காகச் சாலை ஓரங்களில் வளர்ப்பர். ஸ்டிரியோஸ்பெர்ம் சுவாபியோலென்ஸ் என்னும் பாதிரி மரத்தின் மரக்கட்டை கெட்டியானது. மஞ்சள் பழுப்பு நிறமான மரக்கட்டை பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. நீலம் கலந்த சிவப்பு நிறங்கொண்ட மலர்கள், வழிபாடு செய்யப் பயன்படுகின்றன. இம்மரம் திருப்பாதிரிப்புலியூரில் தல விருட்சமாக உள்ளது. மலர்களில் அல்புமினஸ், சக்காரின், மெழுகு ஆகியவை உள்ளன. வயிற்றுப்போக்கு, காய்ச்சல், இருமலுக்கு மரப்பட்டைச்சாறு மருந்தாகிறது. பூக்களும் தேனும் விக்கலை நிறுத்தும். குளிர்ச்சி உண்டாக்கவும், ஊக்கி மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.

ஸ்டிரியோஸ்பெர்ம் - கெலோனாய்டிஸ் என்னும் தாவரத்தில் கசப்பான படிகப் பொருள் உள்ளது. இது தேள் கடிக்கு மருந்தாக உதவுகிறது. ஸ்டிரியோஸ்பெர்ம் - சைலோகார்பம் என்னும் மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் தார், தோல் நோய் நீங்கப் பயன்படுகிறது. இத்தாவரம் வாதக்களளி எனப்படும். இதிலிருந்து தயாராகும் மருந்து, ஊக்கியாகவும் ஒட்டுண்ணிப் போக்கியாகவும் பயனாகிறது.

கோலசாந்தஸ் இண்டிகா அல்லது பிக்னோனியா இண்டிகா என்னும் மரத்தின் வேர்ப்பட்டையில், ஓராக்கிலான்

என்னும் கசப்பான குளுக்கோசைடு, பெக்டின், படிகக் கொழுப்பு, பச்சையம், காரம், சிட்ரிக் அமிலம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. வேர்ப்பட்டை கரிமத்திசு இயக்கியாகவும் ஊக்கியாகவும் வயிற்று உப்புசம் நீக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. தசமூலாவில் இதன் வேர்ப்பட்டையும் சேர்க்கப்படுகிறது. இது வயிற்றுப்போக்கு, வயிற்றுக்கடுப்பு ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகிறது. இதை வாத மருந்தாகவும் பயன்படுத்தலாம். இதன் காய் செரிப்பு நீர் பெருகவும், மன அமைதிப் படுத்தியாகவும் பயன்படுகிறது. தண்டு தேள்கடிக்கும் இலைப்பூச்சு மருந்தாகவும் பயன்படும்.

டெகாமா அண்டுலேட்டாவின் மரப்பட்டை மேகநீர் நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. டாலிகோண்ட்ரான் - ஃபால்கேட்டா என்னும் தாவரம், கருக்கலைப்பதற்கும், மீன் நஞ்சாகவும் பயன்படுகிறது. ஹிட்ரோ ஃபிராக்மா ராக்ஸ் பர்ஜி என்னும் தாவரச்சாறு, வைப்பர் என்னும் பாம்பின் கடிக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. பஜானீலியா ரீடிஜ என்னும் அறந்தன் மரம், கேரளத்தில் படகுகள் கட்டப் பயன்படுகிறது. வாதங்கார்னி என்னும் ரோடர்மாவின் செரா சைலோகார்பா மரக்கட்டை ஆரஞ்சுப் பழுப்பு வண்ணம் உடையது. மிகவும் கெட்டியானது. எனவே இது வண்டி, மேசை, நாற்காலி போன்றவற்றைச் செய்யப் பயன்படுகிறது. ஸ்பெதோடியா கம்பானுலேட்டா, கைஜீலியா பின்னோட்டா, ஸ்டீனோலேபியம்ஸ்டான்ஸ், பைரோஸ்டீனியா இக்னியா, டெக்கோ மாஸ்டான்ஸ் போன்ற தாவரங்களில் பல வண்ண மலர்கள் எழில்மிகு தோற்றத்துடன் காணப்படுவதால், தோட்டத் தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## பாதுகாப்புக் காரணி

பொதுவாகப் பொருள்களைத் திட்டமிட்டுச் செய்ய வேண்டும். பாதுகாப்பான வடிவமைப்புத் தகைவைப் பயன்படுத்தி உலோகத்தின் வலிமையை வகுத்தால் கிடைக்கும் காரணி எண்ணை, பாதுகாப்புக் காரணி (safety factor) எனப்படும். ஏதேனும் இயங்கமைப்பு அல்லது கட்டுமான வகை போன்றவற்றைச் செய்யும்போது அல்லது இணைக்கும்போது குறைபாடுகள் நேரிடலாம், இவ்வகையான அமைப்புகளைச் செயல்படுத்தும்போது சுற்றுப்புற வெப்ப நிலைத்தன்மை மாறுபடலாம். இயக்கத்தில் ஈடுபடுத்தும் செயல்பாடுகளும் மாறலாம். சில சமயம் உலோக உறுப்புகள் ஒரே வகைச் சீர்மையற்று இருக்கலாம். நெடுங்காலப் பயனாலும் அரிப்புப் போன்றவற்றாலும் கட்டமைப்புகளின்



அளவீடுகள் மாறலாம். ஏதேனும் இழப்பு அல்லது திட்டமைப்புத் தோல்வி ஏற்படலாம். இவ்வாறு பல்வேறு காரணங்களையும் பழுதுகளையும் கருத்திற்கொண்டு பொருள்களின் உருவ அமைப்புகளை வடிவமைக்கும்போது பல்வேறு வகையான இழப்புகளை ஈடுசெய்யும் வகையிலோ எதிர்க்கும் வகையிலோ அமைப்புகளின் அளவீடுகளும் எடைகளும் சற்றே மிகுதியாக இருக்குமாறு செய்வர். மிகு அளவு அல்லது விகிதத்திற்கு அமைப்பு இருக்கும் அளவைப் பட்டறிவின் மூலம் திட்டமிட்டு எடுத்துக்காட்டுவதற்கான காரணியே பாதுகாப்புக் காரணியாகும். எளிதில் உருவாக்கித் திருத்தி அமைக்கக்கூடிய உலோகங்களுக்கு நெகிழ் திறனுக்கான பாதுகாப்புக்காரணி 1.5-4 வரை இருக்கும். எளிதில் உடையக்கூடிய தன்மையுடைய உலோகங்களுக்குப் பாதுகாப்புக் காரணி 5-8 வரை இருக்கலாம். எனவே அனைத்து முறையிலும் இந்தப் பாதுகாப்புக் காரணி பயனில் இருக்கும்போது இயக்க அமைப்புகள் தடையுறா வண்ணம் தொடர்ந்து செயலாற்ற இது ஒரு முன்னறிவிப்புக் காரணியாக விளங்குகிறது.

கே.ஆர். கோவிந்தன்

துணைநூல். M.M.Schwartz, *Metals Joining Manual*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1979.

## பாதுகாப்பு நிறம்

காண்க: விலங்குகளின் பாதுகாப்பு நிறம்

## பாதுகாப்பு விளக்கு

காண்க: காப்பு விளக்கு

## பாஃப் கணக்கு

இது ஒரு வகைக்கெழுச் சமன்பாடு (differential equation) ஆகும்.

$$dw = \sum_{i=1}^n X_i dx_i$$

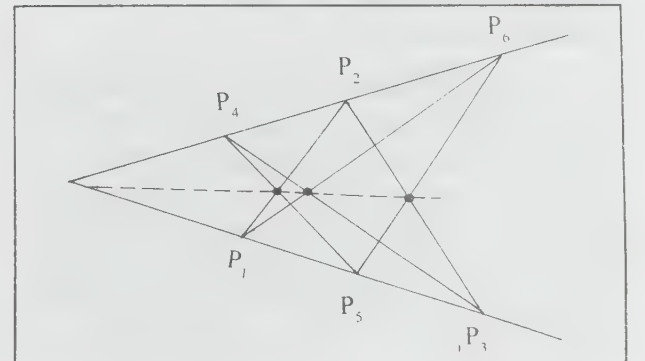
என்னும் வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டில்  $X_i$  என்பது தனித்த மாறிகளின் சார்புகளாகும்.  $dw$  என்பது மொத்த வகைக்கெழு ஆகும். இந்த வகைக்கெழு பாஃப் கோவை (Pfaff expression) அல்லது பாஃப்பியன் (Pfaffian) எனப்படுகிறது. அ.க.15-6அ

பொதுவாக  $w$  இன் மதிப்பு தொகையீட்டுப் பாதையைச் (path of integration) சார்ந்திருந்தால் கோவை, முறையற்ற வகைக்கெழுவாக இருக்கும்.  $w$  இன் மதிப்பு தொகையீட்டுப் பாதையைச் சாராதிருப்பின் கோவை, முறையான வகைக்கெழுவாக (perfect differential) இருக்கும். இம்முறையில் சமன்பாடு தொகையிடத் தக்கதாக (integrable) இருக்கும். தொகையிட முடியாத முறையே (non integrable case) பாஃப் கணக்கு (Pfaff problem) எனப்படுகிறது. இதைத் தனித்த ஏற்கும் மதிப்புகளிலிருந்து (single permissive) கண்டறிய முடியாது. இது  $2n$  மற்றும்  $(2n-1)$  மாறிகளைப் பெற்றிருக்கும்போது  $n$ - இயற்கணிதச் சமன்பாடுகளுக்கும் (algebraic equations) மிகுதியானவற்றிற்குச் சமமாக இருக்காது. மூன்று மாறிகளைப் பெற்றிருக்கும்போது ஏதெனுமொரு தோந்தெடுக்கப்பட்ட சமன்பாடு  $f(x,y,z)=0$  இன் பொதுத் தீர்வாக (general solution) இருக்கும். மற்றொரு சமன்பாடு  $g(x,y,c)=0$  என்னும் ஏதெனுமொரு நிலையெண்ணைப் (arbitrary constant) பெற்றிருக்கும். வடிவக் கணித முறையில் விவரிக்கப்படும் பாஃப் கணக்கு எந்திரவியல் \ மற்றும் வெப்ப இயக்கவியல் (thermodynamics) கொள்கைகளில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

பெ. துரைசாமி

## பாப்பஸ் தேற்றம்

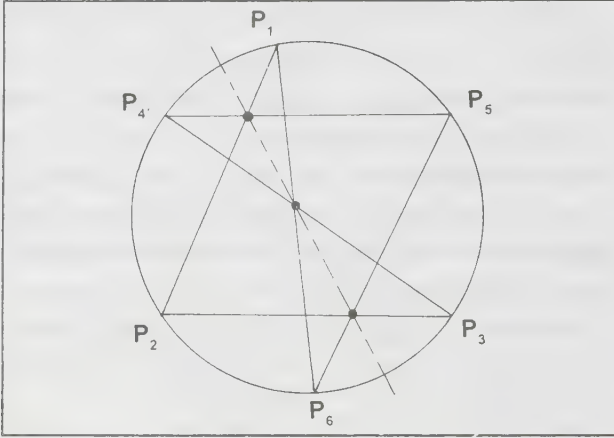
வீழ்ப்பு வடிவவியலில் (projective geometry) நேர்கோடுகளையும் உச்சிப்புள்ளிகளையும் இணைத்து அவற்றின் பண்புகளைக் குறிக்கச் சில இன்றியமையாத தேற்றங்கள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் டெசார்க் தேற்றம் (Desargue theorem), பாப்பஸ் தேற்றம் (Pappus theorem),



பாஸ்கல் தேற்றம் (Pascal theorem) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

**பாப்பஸ் தேற்றம்.** இது ஒரு தளத்தில் ஓர் அறுகோணத்தின் உச்சிகள், இருகோடுகளில் மாறி மாறி அமைந்திருந்தால் எதிர் எதிர் பக்கங்களின் இணைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் சந்திக்கும் எனக் குறிக்கிறது.

**பாஸ்கல் தேற்றம்.** கூம்பு வளைவுக்குள் வரையப்படும் ஓர் அறுகோணத்தின் எதிரெதிர் பக்கங்களின் இணைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் சந்திக்கின்றன என்பது பாஸ்கல் தேற்றமாகும்.



பங்கஜம் கணேசன்

## பாஃப்ரி நோய்

ஆல் ஃபா காலக்டோசைடேஸ் A என்னும் நொதிக் குறைவால் காலக்டோசில் குளுக்கோசில் சிராமைடு சேர்வதால் உண்டாவது ஃபாப்ரி நோயாகும். ஆண்களில் மிகுதியான அறிகுறிகளைத் தோற்றுவிக்கும் இது எக்ஸ் குரோமோசோம் வழித் தோன்றல் நோயாகும்.

சிறு வயதில் தோன்றும் இந்நோயால் கைகால்களில் மிகுவலி, தோலில் நாளக் கட்டி, கருவிழி நசிவு, வேர்வைக் குறைவு, நாள் உறைபடிமம், சிறுநீர்க்குறைபாடு போன்றவை உண்டாகும். பொதுவாக 30-50 வயதுக்குள் சிறுநீரகப் பாதிப்பால் மரணம் உண்டாகிறது. பெண்களிடம் கொடிய விளைவுகளைத் தாமதமாகத் தோற்றுவிக்கும் இந்நோய், மரணத்தையும் உண்டாக்கும்.

செயற்கை முறைச் சிறுநீரகத்தாலும், மாற்றுச் சிறுநீரகத்தாலும் சிறுநீரகப் பாதிப்பைக் குணப்படுத்தலாம். நொதி மாற்று மருத்துவம் ஆய்வில் உள்ளது. மாற்றுச் சிறுநீரகம் பொருத்துவதால் புதிய சிறுநீரகத்திலிருந்து நொதியைப் பெற வாய்ப்புண்டு. ஃபீனிட்டாயின் சோடியம் கொடுக்க நரம்பு வலி நீங்கும்.

மா.ஜெ. பிரபெரிக் ஜோசப்

## பாபா, ஹோமி ஜகாங்கீர்

இவர் சிறந்த இந்திய அணுவியல் அறிவியலார் ஆவார். ஹோமி ஜகாங்கீர் பாபா (Homi Jehangir Bhabha) 1909ஆம் ஆண்டு அக்டோபர்த் திங்கள் 30ஆம் நாள் பம்பாயில் பிறந்தார். பம்பாய் எல்பின்ஸ்டன் கல்லூரியில் கல்வி கற்ற இவர் தம் 17ஆம் வயதில் இங்கிலாந்தின் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழத்தில் பி.ஏ., பட்டப்படிப்பை முடித்தார். பின்னர் தம் 25 ஆம் வயதில் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் டாக்டர் பட்டம் பெற்றார். 1932-1934 இல் பாலி, பெர்மி போன்ற மிகச் சிறந்த இயற்பியலார்களுடன் இணைந்து ஆய்வுகள் நடத்தினார். இவ்வாய்வுகளுக்காகக் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகம் இவருக்குப் பல பரிசுகளை வழங்கியது.



பாபா இளமைப் பருவத்தில் எழுதுவதில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். இவருடைய தந்தை இவரைப் பொறியியல் துறையில் படிக்குமாறு இவருக்கு ஆர்வமூட்டினார். அதுவே இவரை அணு ஆராய்ச்சித் துறையில் ஆய்வு செய்யத் தூண்டியது. பாபா தம் வழிகாட்டியான டிராக் என்னும் அறிவியலாரைப் பின்பற்றிச் செய்த ஆய்வின் முடிவே தொடர் பொழிவுக் கொள்கை (cascade theory) ஆகும்.

1940-45 இல் இந்திய அறிவியல் நிறுவனத்தில் (Indian Institute of Science) பேராசிரியராகப் பணியாற்றினார். 1945 ஆம் ஆண்டு இவருடைய பெரு முயற்சியால் டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிலையம் (Tata Institute of Fundamental Research) உருவாக்கப் பட்டது. இந்நிறுவனத்தில் இவர் இயற்பியல் துறைப் பேராசிரியராகவும் அண்டக்கதிர் ஆய்வு மையத்தின் இயக்குநராகவும் பணியாற்றினார்.

1947ஆம் ஆண்டு முதல் இவர் இந்திய அணு ஆற்றல் குழுவின் தலைவராகவும், 1954 முதல் இந்திய அணு ஆற்றல் துறையின் செயலராகவும், பின்னர் டிராம்பே அணுவாற்றல் நிலையத்தின் இயக்குநராகவும் பணியாற்றினார். அமைதிப் பணிக்கு அணுவாற்றலைப் பயன்படுத்துவது பற்றி 1955 இல் ஜெனீவாவில் நடந்த பன்னாட்டு மாநாட்டிற்குத் தலைமை தாங்கி நடத்தினார்.

இவருடைய அண்டக் கதிர் அணு ஆய்வுக் கோட்பாடான தொடர் பொழிவுக் கொள்கையின் கண்டுபிடிப்பிற்காக இவரை 1941 இல் இங்கிலாந்தின் ராயல் கழகம் உறுப்பினராகச் சேர்த்துக் கொண்டது. 1954 இல் இவருக்கு இந்திய அரசு பத்மபூஷன் பரிசு வழங்கிச் சிறப்பித்தது. இந்தியா மற்றும் வெளிநாடுகளைச் சார்ந்த பல்வேறு பல்கலைக்கழகங்கள் இவருக்கு டாக்டர் பட்டம் அளித்துப் பெருமைப்படுத்தி உள்ளன. இவர் குவாண்டம் கொள்கை, அடிப்படைத் துகள், காஸ்மிக் கதிரியக்கம் போன்ற நூல்களை எழுதியுள்ளார்.

இவர் 1965 ஜூலைத் திங்கள் முதல் இந்திய அரசின் அறிவியல் ஆலோசனைக் குழுவின் (Scientific advisory committee)தலைவராகப் பணியாற்றினார். இவர் நினைவாக டிராம்பேயிலுள்ள அணு ஆற்றல் நிலையத்திற்கு இவர் பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ளது. இவர் 1966 ஜனவரி 24 ஆம் நாள் ஜெனீவாவில் நடந்த ஒரு விமான விபத்தில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பாபிட் கலப்பு உலோகம்

இது உராய்வைத் தாங்குவதற்கென்று தயாரிக்கப்படும் உலோகக் கலவையாகும். 1839 இல் ஐசக் பாபிட் இவ்வுலோகக் கலவைக்குத் தனிக்காப்புரிமை பெற்றுள்ளார். உராய்தலைத் தாங்குதலில் வேறு எந்தப் பொருளும் செயலில் விஞ்சாத அளவிற்கு இது உடனியைபு (compatibility) பொருந்துநிலை, சூழ்ந்தணைத்துக் கொள்ளல் ஆகிய

பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. வெள்ளிய பாபிட், காரிய பாபிட் எனப் பாபிட் இருவகைப்படும்.

வெள்ளிய பாபிட். சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் வெள்ளியப் பாப்பிட்டுகளில் தாமிரம் 3-8% உம் ஆண்டிமணி 5-8% உம் எஞ்சியவை வெள்ளியம் ஆகவும் உள்ளன. இவ்வுலோகக் கலவைகளில் ஆண்டிமணி கரைந்துள்ள வெள்ளிய திண்மக் கரைசலில் தாமிரம், வெள்ளிய உலோகங்களின்  $Cu_3Sn$ ,  $Cu_6Sn_5$  போன்று இடைநிலைச் சேர்மங்கள் (intermetallic compounds) பரவியுள்ளன. உலோகக் கலவையில் தாமிரம், ஆண்டிமணி அளவு அதிகரித்தால் உறுதித்தன்மையும், விறைப்பாற்றலும் அதிகரிக்கும். ஆனால் வளைந்து கொடுக்கும் இயல்பு குறையும்.

காரிய பாபிட். காரிய பாபிட்டுகளில் பொதுவாக 9-16% ஆண்டிமணியும், 12% வெள்ளியமும் எஞ்சியவை காரியமாகவும் உள்ளன. காரிய பாபிட்டுகளில்  $Sb$   $Sn$  இடைநிலைச் சேர்மம் காரியம், வெள்ளியம், ஆண்டிமணி உலோகங்களின் திண்மக் கரைசலில் பரவியுள்ளது. சில காரிய பாபிட்டுகளில் தனிமைப்படும் தன்மையைத் தவிர்ப்பதற்காக ஏறத்தாழ 0.5% தாமிரமும் சீரான படி அமைப்பைத் தருவதற்காக ஏறத்தாழ 1% ஆர்செனிக்கும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

பண்புகள். பாபிட் கலப்பு உலோகங்கள் மிகச் சிறந்த உராய்தலைத் தாங்கும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன. பாபிட்டுகளின் அயர்ச்சித்தடை (fatigue resistance) அவற்றின் இயைபை மட்டுமன்றிப் பருமனைப் பொறுத்தும் மாறுபடும்.

ச. சிதம்பரம்

## பாஃபின் விரிகுடா

இது கிரீன்லாந்திற்கும் வடகிழக்குக் கனடாவிற்கும் இடையிலுள்ள வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். பாஃபின் விரிகுடா (Baffin bay) ஏறத்தாழ 689,000 ச.கி.மீ. பரப்பு உடையது. இதன் ஆழமிகு பகுதி பாஃபின் அகழியாகும். இதன் ஆழம் 2100 மீ. என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஏனைய பகுதிகளின் ஆழம் 200-1300 மீ.ஆகும். 1615 ஆம் ஆண்டில் ராபர்ட் பைலட்டும், வில்லியம் பாஃபினும் இக்கடலைக் கண்டுபிடித்தனர். 1818 ஆம் ஆண்டில் கேப்டன் ஜான் ராஸ் என்பார் இக்கடலினைப் பற்றி விரிவாக ஆய்ந்தார். பாஃபின் விரிகுடா ஸ்மித், ஜோன்ஸ், லங்காஸ்டர், சவுண்டு வழியாக ஆர்க்டிக் பெருங்கடலுடனும்,



டேவிஸ் நீர்ச்சந்தி வழியாக அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

இங்கு இடஞ்சுழியாக நீரோட்டம் காணப்படுகிறது. டேவிஸ் நீர்ச்சந்தி வழியாக இவ்விரிகுடாவினுள் நுழையும் மேற்குக் கிரீன்லாந்து நீரோட்டம் 99,000 கி.மீ. வெப்பநீரைக் கொண்டு வருகிறது. ஆண்டின் பெரும்பகுதியில் இவ்விரிகுடா உறைபனியால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவ்விரிகுடாவின் மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பநிலையும் உவர்ப்பியமும் உறைபனியைப் பொறுத்து அமைகின்றன. இக்கடலில் நிலவும் வெப்பநிலை ((-2)°C - (-5)°C) ஆகும். உவர்ப்பியம் 30% - 32.7% உள்ளது. பாஃபின் தீவு, கிரீன்லாந்து கரையோரப் பகுதிகளில் காணப்படும் ஓத அகல்வு 3.9 மீ. ஆகும். இக்கடலில் நுண்மிதவையுயிரி முதல் திமிங்கலம் வரையிலான பல வகையான உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. ஓட்டுடலியும் அதை உணவாகச் கொள்ளும் மீன், பறவை, பாலூட்டி, ஆகியவையும் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலிருந்து காட், ஹட்டொக், ஹெர்ரிங், ஹாலிபட் ஆகிய மீனினங்கள் இங்கு வலசை வருகின்றன. வால்ரஸ், சீல், டால்பின், திமிங்கலம் போன்ற பாலூட்டிகளும் கடற் காகம், கடற் கழுகு போன்ற பறவைகளும் இங்குக் காணப்படுகின்றன.

ம.அ. மோகன்

## பாம்பன் கால்வாய்

இது இந்திய முந்நீரகத்தின் கிழக்குக் கடற்கரைக்கும், இராமேஸ்வரத்திற்கும் இடையே வங்காள விரிகுடாக் கடலில் அமைந்துள்ள ஒரு கால்வாய் ஆகும். பாம்பன் கால்வாய் 79°13' - 79°11' 45" வடக்கு அகலாங்கும் 9°16' 30" - 9°16' 31" கிழக்கு நெட்டாங்கும் கொண்டு அமைந்துள்ளது. இக் கால்வாயின் அகலம் 3.6 கி.மீ இராமேஸ்வரத் தீவை இந்திய முந்நீரகத்தோடு இணைக்கும் பொருட்டு இக்கால்வாயின் குறுக்கே இருப்புப் பாதையிலான பாம்பன் பாலமும் திருமதி இந்திராகாந்தியின் பெயரில் சாலைப் போக்குவரத்துப் பாலமும் கட்டப்பட்டுள்ளன. ஏறத்தாழ 5-8 மீ. வரை ஆழமுடைய பாம்பன் கால்வாய் வடக்கில் பாக் விரிகுடாவையும் தெற்கில் மன்னார் வளைகுடாவையும் இணைக்கிறது. இக்கால்வாயின் திறப்பரப்பு முழுவதும் பவழப்பாறைகள் அமைந்துள்ளமையால் நீர்ப்பரப்பு தெளிவாகக் காணப்படுகிறது.

இரா. சிவக்குமார்

## பாம்பிரி

இதை இருபுலை, கொத்தகோம், வரதுலா, வெள்ளைப் பூலாதி என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரவியல் பெயர் செக்குரிநேகா விரோசா (Securinea virosa). இதன் இணைத் தாவரப் பெயர்கள் செ.ஓபவேட்டா (S.obovata), ஃபுளுஜியா மைக்ரோ கார்பா (flueggea microcarpa), ஃபு.விரோசா (f.virosa) என்பன. யூஃபோர்பியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதை இந்தியா முழுவதும் 2000 மீ. உயர நிலப்பகுதிகளில் காணலாம்.

வளரியல்பு. இது முள்ளற்ற, ஈரம் கொண்ட புதர்க் கொடி அல்லது சிறுமரமாகும். இதன்பட்டை வழவழப்பாய், மெலிந்து, துருப்பிடித்தது போன்று சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறத்திலிருக்கும். இலைகள் நீள்வட்டம், முட்டை, தலை கீழ்முட்டை அல்லது வட்டவடிவானவை. நுண்ணிய பூக்கள், பூசும் மஞ்சள் நிறமும் மணமும் பெற்றுள்ளன. இலைக்கோணங்களில் கொத்தாகப் பல ஆண் பூக்கள் அமைந்திருக்கும். பெண் பூக்கள் வெள்ளை நிறமானவை. பொதுவாகச் சில பெண் பூக்களே தோன்றுகின்றன. உருண்டையான கனிகளில் இரு வகையைக் காணலாம். உலர்ந்த கனித்தோல் கொண்ட 3-4 மி.மீ. அளவுள்ள கனி ஒரு வகையாகவும் 8 மி.மீ அளவிலான கனி ஒரு வகையாகவும் விளங்கும். இதில் சதைப்பற்றான கனித்தோல் காணப்படும். ஒவ்வொரு கனியிலும் 3-6 விதைகள் அமைந்துள்ளன.

பயன். இம்மரத்தில் பல ஆல்கலாய்டுகள் உள்ளன. இவற்றுள் முதன்மையானவை செக்குரினைன், விரோ செக்குரினைன் என்பன. வேருக்குக் காமத்தைப் பெருக்கும் பண்பும் வலியை நீக்கும் குணமும் உண்டு. இலையைச் சிதைத்தோ, சாறு எடுத்தோ புகையிலையுடன் சேர்த்துப் புண்களிலுள்ள புழுக்களை அழிக்க மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இலைச்சாறு மலத்தை இளக்கும்; காய்ச்சலைத் தணிக்கும்; புண்களைத் கழுவுவதற்கும் உதவும்; பட்டை வயிற்றுப்போக்கு, நிமோனியா நோய் போக்கும். வேர் பேதியை உண்டாக்கும். பால் நோய், மார்பு நோய்களைக் குணமாக்க இலையுடன் வேரும் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குழந்தைகளுக்குத் தூக்கம் உண்டாக்கவும் காய்ச்சலைத் தணிக்கவும் வேர்ச்சாறு உதவுகிறது. பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டில் பழுத்த கனியை உண்பர். கடினமான, உறுதியான மரம் நீண்ட நாள்களுக்கு உழைக்கக்கூடியது. வேளாண் கருவி செய்யவும், கைத்தடி, நாற்காலி முதலியவை செய்யவும், விறகாக எரிக்கவும், மரக்கரி தயாரிக்கவும் இம்மரம் உதவும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பாம்பு

இது ஊர்ந்து செல்லும் விலங்கின வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இது ஒஃபீடியா என்னும் வரிசையையும், ஊர்வன என்னும் வகுப்பையும் சேர்ந்ததாகும். பாம்பு அனைத்து இயற்கைச் சூழ்நிலைகளிலும் பெரும் எண்ணிக்கையில் காணப்படுகிறது. இள வெப்பமுள்ள இடங்களில் பாம்பு மிகுந்துள்ளது. இதன் எண்ணிக்கை பொதுவாக நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் உயர்ந்தும் தென் வட பகுதிகளில் குறைந்தும் உள்ளது. பாம்புகளைச் சில சிறப்புப் பண்புகளால் மிக எளிதில் இனங் காணலாம்.

பாம்பின் மேல் கீழ்வாய்த்தாடைகள் இரண்டும் அகன்றும் நீண்டு சுருங்கும் பந்தகத்தினால் இணைக்கப்பெற்றும் இருக்கும். பெரும்பான்மையான பாம்புகளில் கீழ்ப்புறத்துத் தகடுகள் யாவும் குறுக்குவாட்டில் காணப்படும். உடல் முழுவதும் செதில்கள் காணப்படும். கண் இமைகள் நகராத நிலையில் இருக்கும். புறக்காதுத் துளைகளில் நல. நீண்ட பிளவுபட்ட நாக்கு இருக்கும். இதை உள்ளிழுத்துக் கொள்ளவும் வெளி நீட்டவும் முடியும். அடிப்புறத்தில் குறுக்குவாட்டில் அமைந்த ஒரு கழிவாயும் காணப்படும். ஆண் இனங்களுக்கு இரு கலவியுறுப்புகள் உண்டு. இரு பாதிச் கீழ்த்தாடைகளும் தனித்தனியே அசையக்கூடிய நிலையில் அமைந்துள்ளன.

நீண்ட உடலமைப்பால் வேகமாக ஊர்ந்து செல்லவும் தன்னைவிட நீண்ட இரைகளை விழுங்கவும் முடிகிறது. அதன் உடலில், தலை முதல் வால் வரை தொடர்ச்சியாக முள்ளெலும்புகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இம்முள்ளெலும்பு ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக ஒரு விலா எலும்பு கிளம்பி வயிற்றுப்புறச் செதில்களை நோக்கிச் செல்கிறது. இவ்வெலும்புகள் முள்ளெலும்புகளோடு பந்து கிண்ண மூட்டால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் பாம்பு தன் உடலை எவ்விதமேனும் வளைத்துக்கொள்ள முடியும். விலா எலும்புகளுடன் உறுதியான தசைகள் பொருந்தி இருப்பதால் உடலை முன்னும் பின்னும் அசைக்கும்பொழுது, வயிற்றுப்புறச் செதில்களை நிலத்தில் பொதிந்து பிடித்துக் கொள்ள முடிகிறது. மேல்தோல் மிகவும் தளர்ந்து சுருங்கிநீளும் முறையில் அமைந்திருக்கிறது. இதன் இதயம் நீண்டு காணப்படுகிறது. அனைத்து உறுப்புகளும் பொதுவாக நீள் முறையில் அமைந்துள்ளமையால் இரைகளை இரைப்பைக்கு எவ்விதத் தடையுமின்றி அனுப்பமுடிகிறது. பாம்பின் உடல் வெப்பம் சுற்றுப்புற வெப்பத்திற்கு எப்போதும் மாறுபட்டே இருக்கும். ஆகவே பாம்பு, குளிர் குருதி விலங்கு எனப்படுகிறது.

பாம்பு நீண்டு உருளை வடிவமாக இருக்கும். இதன் தலை, வால் யாவும் உடலின் அமைப்பிற்கேற்ப அகன்றும் நீண்டும் காணப்படும். மரப் பாம்புகளுக்கும் சாட்டைப் பாம்புகளுக்கும் உடல் மிகவும் மெலிந்து காணப்படும். பைத்தான், மலைப்பாம்பு, போயானின் உடல் பருத்திருக்கும். ஏனைய பெரும்பாலான பாம்புகளுக்குக் வயிற்றுப் பகுதி தட்டையாகவும் குடைந்து செல்லும் பாம்புகளுக்கு உடல் உருளையாகவும் இருக்கும். குருட்டுப் பாம்புகளைத் தவிர ஏனைய பாம்புகளுக்குக் கண்கள் உண்டு. கண்கள் சிலவற்றில் சிறியனவாகவும் சிலவற்றில் பெரியனவாகவும் சிலவற்றில் இல்லாமலும் இருக்கும். வாய் கண்களுக்குப் பின்னும் நீண்டும் காணப்படும். கண்ணிற்குள் இருக்கும் பாவை செங்குத் தாகவும் படுக்கையாகவும் இருக்கும். வாயை நன்றாக அகட்டித் திறந்து பெரிய இரைகளை விழுங்குவதற்காகவே கீழ்த்தாடையின் நடுவில் ஒரு நீண்ட பள்ளம் இருக்கிறது. அதைச் சுற்றி அகன்ற செதில்கள் காணப்படும். குருட்டுப் பாம்பு, போயா, குழி விரியன் (pit vipers) முதலியனவற்றிற்கு வால் குட்டையாக இருக்கும். அவ்வாலின் நுனி, ஒரு பூண் போன்ற செதிலுடனோ, முள் போன்ற செதிலுடனோ, தட்டையாகவோ துடுப்புப் போன்றோ காணப்படும்.

பெரும்பான்மையான ஆண் பாம்புகளின் வால் பெண் பாம்புகளின் வாலை விட நீண்டு காணப்படும். நிறத்தைக் கொண்டே பாம்புகளின் இனத்தைக் கண்டுவிடலாம். நிறமும், நிற அமைப்பும் பாம்புகளுக்குப் பலவாறாக அமைந்துள்ளன. கருமை, பழுப்பு, பச்சை போன்ற பல நிறங்களுடைய பாம்புகள் உள்ளன. வளையம் போன்றும், பட்டை போன்றும், நீளப்பட்டைப் போன்றும், புள்ளி போன்றும் பலவாறு காணப்படும். இவை யாவும் ஒன்றாகவோ தனித்தனியாகவோ உள்ளன. பச்சோந்தி, ஒணான் போன்றவற்றில் நிறம் மாறுவது போல் பாம்புகளில் நிறமாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. பாம்புகள் தங்களிருப்பிடத்தை ஒட்டிய நிறத்தைப் பெற்றுள்ளன. பாலைவனப் பாம்பு வெளுத்தும், இருண்ட காட்டில் வாழ்பவை கறுப்பாகவும், மரக்கிளைகளில் வாழ்வது பச்சை அல்லது பழுப்பு நிறமாகவும், தரையில் வாழும் பாம்பு அதனிருப்பிடத்திற்கேற்ப நீளப்பட்டையாகவும், இலை போன்றும் காணப்படும். இவ்வாறு சூழ்நிலைக்கேற்பக் காணப்படும் நிறங்கள் பாம்புகளுக்குத் தங்கள் இருப்பிடம் எதிரிகளுக்குத் தெரியாமல் காப்பாற்றிக் கொள்ளப் பயன்படுவதுடன் அவற்றிற்கு வேண்டிய இரைகள் ஆங்காங்கே கிடைக்கவும் உதவுகின்றன. சில பாம்புகள் எதிரிகளிடமிருந்து தப்புவதற்கு அவற்றின் நிறமும் அமைப்பும் பயன்படுகின்றன.



பாம்புகளுக்குக் கால்கள் காணப்படவில்லை. கால்கள் இல்லாவிடினும் தன் மார்பினால் தரையில் வேகமாக ஊர்ந்து செல்கிறது. மணிக்கு 1.5 கி.மீ. வேகத்தில் சில பாம்புகள் ஓடும். சில பாம்புகளால் 5 கி.மீ வேகத்தில் ஓட முடியும். பாலைவனம் முதல் நீர் நிலை வரை அனைத்து இடங்களிலும் பாம்பு காணப்படுகிறது. மரக்கிளைகளிலும், காடுகளிலும், புதர்களிலும், செடிகொடிகளிலும், மணற்பாங்கான இடங்களிலும் இது வாழும். சில பாம்புகள் மனிதர்கள், கால்நடைகள் உள்ள இடங்களிலேயே சுற்றித் திரியும். இவ்வாழிடங்களுக்கு ஏற்ப அவற்றின் ஊர்ந்து செல்லும் திறன் அமைகிறது.

அனைத்துப் பாம்புகளும் அவ்வப்போது கொன்று இரைகளை (carnivores) உண்ணும், ஊனுண்ணி ஆகும். பாம்பு பெரும்பாலும் இரைகளை விழுங்கியே உண்ணும். தன் சுற்றளவை விடக் கூடுதலான இரையையும் விழுங்கும். எலி, சுண்டெலி, சிறுபறவை, பல்லி இனம் சிறிய பாம்பு போன்றவையே இதன் இரையாகும். சில மலைப்பாம்புகள் இளம் பனரிகளையும், சிறிய பாம்பு, புழு, பூச்சிகளையும் நத்தைகளையும் தின்று உயிர் வாழ்கின்றன. பாம்பின் பற்கள் சில நீண்டும், வளைந்தும், முள்போன்றும் இருக்கின்றன. ஆனால் அனைத்தும் உட்புறம் வளைந்து உறுதியாக எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பற்கள் தேயத்தேயப் புதிய பற்களும் ஆங்காங்கே வளரும். நச்சுப் பற்களும் இவ்வாறே உட்புறம் வளைந்து அமைந்துள்ளன. கீழ்த் தாடையிலும் மேல் தாடையிலும் சேர்ந்து ஆறு வரிசைகளில் பற்கள் அமைந்துள்ளன. இரையை விழுங்கும்போது இப்பற்கள் இவ்விரையை உள் நோக்கி அனுப்பவே பயன்படுகின்றன. உயிருடன் இருக்கும் இரையையே உண்பதால் அவை வாயில் பிடிபட்டதும் சில சமயம் வெளிவர முயலும். அப்போது வாயிலுள்ள தசைகள் அவ்விரையை உள்ளே தள்ளும். பாம்பு இரை பிடிப்பதும், அதை விழுங்கும் விதமும் வியத்தகு முறையில் இருக்கும். மலைப்பாம்பு, போயாக்கள் போன்றவை, தங்கள் தலையின் உதவியால் இரையைப் பிடித்து உடலினால் அதைச் சுற்றி, இரையின் சுவாசம், குருதி ஓட்டம் முதலியவற்றை நிறுத்தி இறந்தபின் அப்படியே விழுங்கும். சில பாம்புகள் தங்கள் நச்சுப்பற்களால் இரையைக் கடித்து நச்சைச் செலுத்தி அது இறந்தபின் இரையை விழுங்கும். சில பாம்புகள் பாம்பு முட்டை, ஓணான் முட்டை, பறவை முட்டை போன்றவற்றை மட்டுமே தின்று உயிர் வாழ்கின்றன. சில பாம்புகள் பாம்புகளையே உண்ணும் முறையை (cannibalism) மேற்கொள்கின்றன.

பார்த்தல், கேட்டல், நுகர்தல், சுவைத்தல், தொட்டு உணர்தல் போன்ற உணர்வுகள் அனைத்தும் பாம்புகளிடத்தில் காணப்படுகின்றன. பாம்புகளின் கண்களில் கண்ணிமைகள்

இல்லாவிடினும் அவற்றின் மேல் ஒளி ஊடுருவும் தன்மையுடைய மேலுறை உள்ளது. கண்ணில் வில்லை உருண்டும், தசைகள் அற்றும் காணப்படுவதால், தங்களுடைய கண் பார்வைத் தொலைவு, அண்மை பார்வைகளுக்கேற்ப அடிக்கடி மாற்றிக் கொள்ள முடியாத நிலையில் இருக்கின்றன. கண் வில்லையை அப்படியே நகர்த்தித் தொலைவு அல்லது அண்மைப் பார்வைக்கு ஏற்ப மாற்ற முடியும். ஆகவே இதன் பார்வை மிகவும் கூர்மையாக இல்லை. கண்கள் பக்கங்களில் அமைந்திருப்பதால் தலையை இப்படியும் அப்படியுமாகத் திருப்பியே பார்க்க முடியும். நிறத்தை வடித்துக் காணவும் பாம்பால் முடியும். இது இரவிலும் நன்கு பார்க்கும் தன்மையது. மண் குடைந்து வாழும் பாம்புகளுக்குக் கண் இல்லாமலும், தரையில் வாழும் பாம்புகளுக்குப் பார்வை குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. தரைப்பாம்புக்கு ஒற்றைக்கண் பார்வையே (monocular vision) உள்ளது. ஏழு நிறங்களையும் உணரும் இயல்பு பாம்புக்கு இல்லை. பாம்பு வெப்பத்தை உணரும் தன்மையான உணர் உறுப்புகள் மேல் தோலில் அமைந்துள்ளன. இவ்வுறுப்புகள் தலையில் கண்ணிற்கும் மூக்குத் துளைக்கும் இடையில் அமைந்துள்ளன. பாம்புக்குப் புறச்செவி இல்லை. கேட்டலறிவு குறைவு. எனினும் தரையில் படும்படி எம் முறையில் ஒலி எழுப்பப்பட்டாலும் அதை உணரும் தன்மை பெற்றுள்ளது. செவிப்பறையும் இதைச் சார்ந்த உறுப்புகளும் குழாயும் இல்லை. உட்செவி நன்றாக அமைந்துள்ளது. பாம்பின் முன் கீழ்த்தாடை தரையைத் தொடுவதால் நிலத்தில் ஏற்படும் அதிர்ச்சி உட்செவியை அடைகிறது. அதனால் பாம்பு திடீரென்று சுறுசுறுப்புடன் நகரத் தொடங்குகிறது. தொடு உணர் உறுப்புகள் முதுகுக் குழிகளில் வட்டவடிவிலும், வாயைச் சுற்றியும், கழிவாய்ப் பகுதியிலும் உள்ளன. மணமும் சுவையும் அறியும் உணர் உறுப்புகள் மூக்குத் துளைகளிலும் நாக்கிலும் உள்ளன.

பாம்புகள் அனைத்தும் ஒருபால் உயிரிகளே. இவை புணர்ச்சி செய்து தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன. ஆண், பெண் பாம்புகள் புணர்தலுக்கு முன்பு இணையாகத் திரியும். சில சமயம் இரண்டு, மூன்று ஆண் பாம்புகள் பருவமுற்ற பெண் பாம்புகளுடன் சுற்றித் திரியும். பெரும்பாலும் ஆண் பாம்புகள் தற்காலிகமாகப் பெண் பாம்புகளுடன் திரிந்து புணர்ச்சி முடிந்த பின் பிரிந்து செல்லும். நாகப்பாம்புகள் ஒவ்வொரு பருவ காலத்திற்கும் ஒரே ஒரு பெண் பாம்பையே துணையாகக் (monogamous) கொள்ளும். மழைக்காலம் முடிந்த பின்பு பாம்புகளின் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் பக்குவமடைகின்றன. பெண் பாம்பில் காணப்படும் ஒருவித மணம் ஆண் பாம்பைக் கவரச் செய்யும். இம்மணத்தினைச் சுரக்கச் செய்யும் சுரப்பிகள்



வால்புறத் தோலில் உள்ளன. இதை அறிந்த ஆண் பாம்புகள் கூடிப் புணரும். புணரும்போது தலையை நேருக்கு நேர் வைத்து உடலில் பின்பகுதியை மட்டும் பிணைத்துக்கொண்டு நடனம் ஆடுவதும் உண்டு. ஆட்டத்தின் முடிவில் ஆண் பாம்பு நாக்கை நீட்டிக் கொண்டு பெண் பாம்பை அணுகி உணர்ச்சிப் பாப்பில்லாக்களைத் தூண்டிவிடும். ஆண் பாம்பு பெண் பாம்பின் பொதுப்புழைப் பகுதியை வருடும். ஆண் பாம்பின் உணர்ச்சி உறுப்புகளின் முனை பிளவுபட்டிருக்கும். அது லவடிவில் இருக்கும். விந்து பெண் பாம்பினுள் செலுத்தப் படுகிறது. இவ்விந்து 3 மாதம் முதல் 2 ஆண்டுகள் வரை உள்ளிருந்து கருவுறச் செய்யும். கருவுற்ற பின்பு ஏறத்தாழ 3½ மாதங்கள் கழித்துக் குட்டியோ முட்டையோ இடும். பாம்புகள் சில நேரங்களில் குட்டிப் போடுபவையாகவும் (viviparous) சில முட்டை அண்டக்குழாயை விட்டு வெளிவரும்போது குட்டிகளாக வெளிவருபவையாகவும் (ovo-viviparous) பெரும்பாலானவை முட்டையிடுபவையாகவும் உள்ளன. சில முட்டையிடும் பாம்புகள் 8 முதல் 100 முட்டைகள் இடுகின்றன. பெரும்பாலானவை முட்டையிடுபவையாகவும் உள்ளன (oviparous). பாம்பின் முட்டை நீள்வட்ட வடிவில் வெண்மஞ்சள் நிறத்தில் பளபளப்பாக இருக்கும். சில நாள்கள் கழித்து ஓடு உலர்ந்து கெட்டியாகிவிடும். சில சமயங்களில் முட்டைகள் யாவும் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்தாற் போலக் கட்டுகளாகவும் காணப்படும். குட்டிப்போடும் பாம்புகள் ஒரு முறைக்கு 60-70 குட்டிகள் போடும். கடற்பாம்பு ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகளையே இடும். பாம்பு குளிர் குருதி விலங்காக இருப்பதால் பெற்றோர்ப் பாதுகாப்பை மிகுதியாகப் பெறவில்லை. பாம்பு பொதுவாக 10 - 30 ஆண்டுகள் வாழும்.

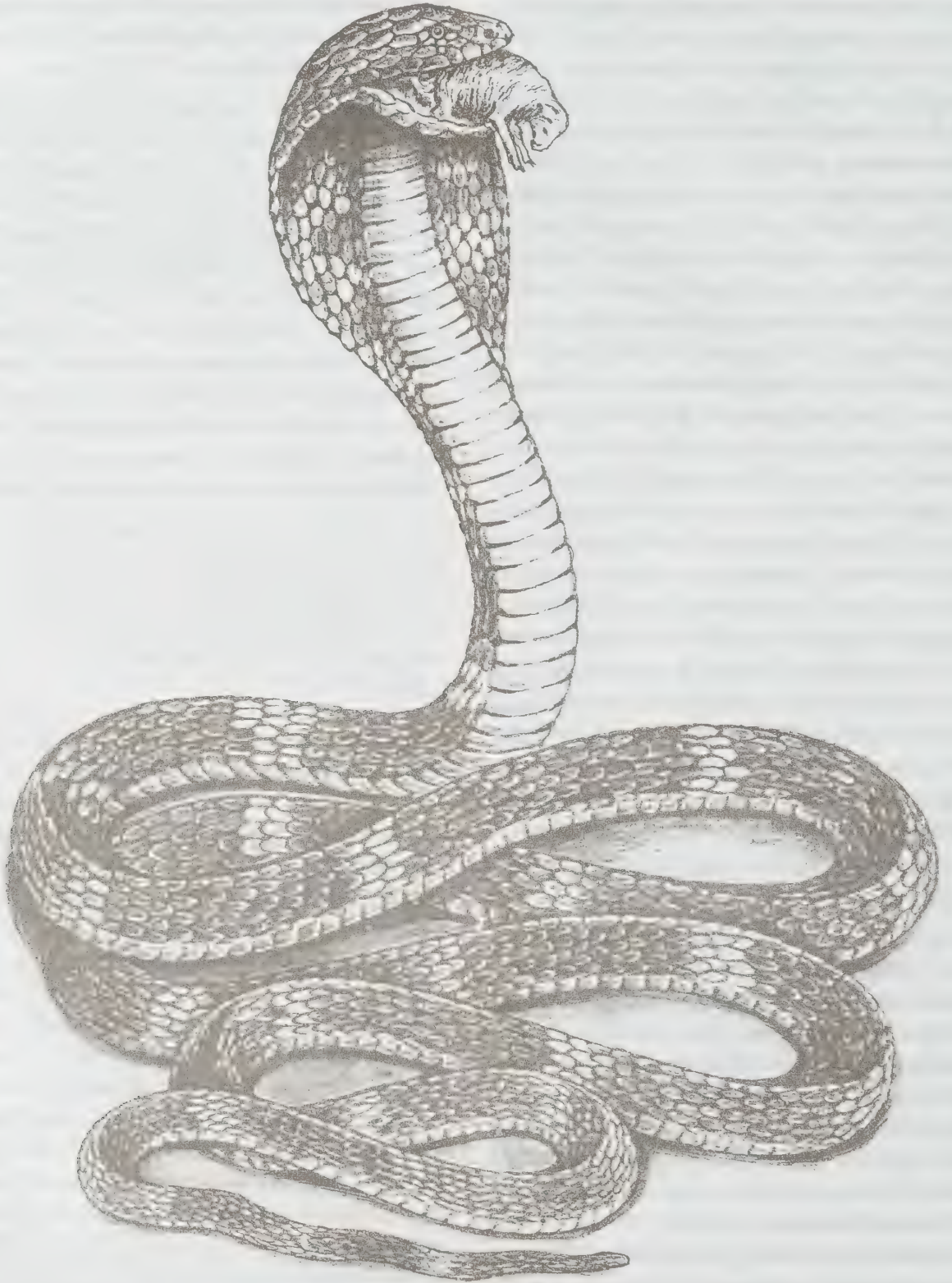
பாம்பின் வாயில் உள்ள பற்கள் அனைத்தும் நச்சுப் பற்களல்ல. குறிப்பிட்ட சில பற்கள் மட்டுமே நச்சுப் பற்களாகும். ஒரு சில பாம்புகளில் முன்வாய்ப் பற்களில் நஞ்சுநாளம் (proteroglyph) காணப்படும். சில பாம்புகளில் கடை வாய்ப் பற்களில் நஞ்சு நாளம் இருக்கும். சில பாம்புகளில் நஞ்சு நாளம் இல்லை. நச்சுப்பற்களுடன் நச்சுப்பைகள் இணைந்திருக்கின்றன. இவற்றோடு இணைந்துள்ள நச்சுச் சுரப்பிகளிலிருந்து சுரக்கும் நஞ்சு, இப்பற்கள் மூலம் வெளிப்படுத்தப்படும். இவ்வமைப்பு குழல் ஊசி போன்று உள்ளது. இதைக் கொண்டு நச்சுப்பைகள் நச்சை ஏற்றிவிடுகின்றன. நல்ல பாம்பு, பவழப்பாம்பு இவற்றிடம் முன்வாய்ப்பற்கள் இவ்வாறு அமைந்துள்ளன. சில பாம்புகளின் பற்களில் குழல் போன்ற அமைப்பு இராமல் கால்வாய் போன்ற பள்ளம் காணப்படும். நச்சுப் பை பெரிதாகவும், கடினத் தசையாலும் ஆனது. நச்சுப்பற்கள் வெளிவந்து மற்ற

விலங்குகளின் மேல் கடித்தவுடனேயே இந்நச்சுப் பையிலுள்ள நஞ்சும் அதன் பைகளும் நன்கு மடிக்கப்பட்டு மேலே ஓட்டிக் கொண்டு விடுகின்றன.

பெரும்பாலான பாம்புகள் நஞ்சற்றவை. இந்தியா விலுள்ள நச்சுப் பாம்புகள் நல்ல பாம்பு (cobra), கட்டுவிரியன் (krait), குழிவிரியன் (pit viper), கண்ணாடி விரியன் (russetts viper), கடற்பாம்பு (sea snake) முதலியவை. நஞ்சுள்ள பாம்புகளுக்குப் பின்வரும் பண்புகள் காணப்படும். வால் பக்கவாட்டில் அழுத்தித் துடுப்பு போலத் தட்டையாக இருக்கும். வெஸ்ட்ரல் செதில்கள் முழுமையும் குறுக்கே போயிருக்கும். தலை, செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். சிலவற்றிற்கு லாரல் தட்டில் குழியிருக்கும். தலையில் அம்புக்குறியும், சங்காடல் செதில்கள் ஒரே வரிசையிலும் இருக்கும். மூன்றாம் சுப்ராலேயியல் தகடு மூக்குத் தட்டையும் கண்ணையும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். நஞ்சற்ற பாம்புகளுக்கு மேற்கூறிய பண்புகள் மாறுபாடடைந்திருக்கும்.

பாம்புகளில் குருட்டுப்பாம்பு, மெலிந்த குருட்டுப் பாம்பு, போயா, மலைப்பாம்பு, பொய்ப் பவழப் பாம்பு, கேடயவால் பாம்பு, சேற்றுப்பாம்பு, நீர்ப்பாம்பு, நத்தை தின்னும் பாம்பு, முட்டை தின்னும் பாம்பு, பவழப்பாம்பு, நாகப்பாம்பு, கடற்பாம்பு, கண்ணாடி விரியன், குழி விரியன் எனப் பல இனங்கள் உள்ளன.

பாம்புகளுக்கு மனிதன், கீரிப்பிள்ளை, கோழி, கொக்கு, கழுகு, கருடன், பன்றி, மான் முதலியன எதிரிகளாகும். சிறிய பாம்புகளுக்குப் பெரிய பாம்புகள் எதிரியாக இருப்பதுண்டு. சிலவகைப் பாம்புகளின் இறைச்சி கீழை நாடுகளில் உணவாகப் பயன்படுகிறது. பாம்பின் தோல் மிக உயர்ந்த வகைப் பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றது. பாம்பின் இறைச்சி உலர்த்தப்பட்டுப் பெட்டிகளில் அடைத்து ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. சில வகைப் பாம்புகளின் உறுப்புகளிலிருந்து மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஈரல், பித்தப்பை, கொழுப்பு போன்றவற்றிலிருந்து செய்யப்படும் மருந்து முடக்குவாதம், கால் நீட்டமடக்க முடியாத நிலை, சூயை ஏற்படுதல் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுகிறது. காசநோய்க்குப் பாம்புக்கறி சிறந்த மருந்தாகிறது. வட அமெரிக்காவில் கிலுக்குப் பாம்பின் ஒரு பகுதியைக் காயவைத்து அரைத்த தூளைக் கருக்கலைப்பிற்கும், சுகப் பிரசவத்திற்கும், இயல்பான மகப்பேற்றிற்கும் (normal delivery) பயன்படுத்துவர். தமிழ்நாட்டில் நாகப்பாம்பைத் தெய்வமாக வணங்குகின்றனர். கிரேக்க வேதங்களில் பாம்பு, கலையின் கன்னிக் கடவுள் என விளக்கப்படுகிறது. மழைக்கடவுள் என ஐக்கிய நாடுகளிலும்



ராஜநாகம்





கங்காபாம்பு



கட்டுவிரியன்



சர்ப்பக்கடவுள் என எகிப்து நாட்டிலும் வணங்குகின்றனர். எகிப்து நாட்டில் பாம்பு பொறித்த கீரிடம் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

ஞா. பூந்தரன்

## பாம்புக் கடி

பாம்பு பொதுவாக மலைகளிலும், மரப்பொந்துகளிலும், கல் கூட்டங்களிலும், காடுகளிலும் வசிக்கிறது. பாம்புக்குத் துன்பம் ஏற்படும்போது மட்டுமே கடிக்கிறது. கால்நடைகளால் பாம்புக்கு இடர் ஏற்படாவிடினும் தனக்கு ஊறு ஏற்படும் என அஞ்சிக் கடித்துவிடுகிறது. வீடுகளில் வளரும் கால்நடைகளில் பாம்புக்கடியால் இறப்பு ஏற்படுவது மிகவும் குறைவு. காடுகளிலும், மலைகளிலும் கால்நடைகள் மேயச் செல்லும் போது சில சமயங்களில் பாம்புக்கடிக்குப் பலியாவதைக் காணலாம். பாம்பு காற்றில் வரும் ஒலியை விடத் தரையிலுள்ள அதிர்வுகளையே தன் காதுகளால் உணர்ந்து செயல்படக் கூடியது. பாம்புக் கடியால் நஞ்சு ஏறும் தன்மை கால்நடைகளில் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகிறது. உருவில் பெரிய கால் நடைகளான மாடு, எருமை, பன்றி இனங்களை விட உருவில் சிறிய விலங்குகளான நாய், பூனை ஆகியன பாம்புக் கடியினால் விரைவில் இறந்துவிடுகின்றன. பாம்புக் கடியால் கால் நடைகளில் நஞ்சு ஏறும் தன்மை, இறப்பு ஏற்படும் விதம், பாம்புக் கடிக்கு முதலுதவி ஆகியவற்றை விரிவாகக் காணலாம்.

தென்னிந்தியாவில் நாகப்பாம்பு (நல்லபாம்பு) கட்டுவிரியன், கண்ணாடி விரியன், கடல் பாம்பு ஆகியன நஞ்சுள்ள பாம்புகள் ஆகும். நாகப்பாம்பு கறுப்பு அல்லது செம்மண் நிறத்தில் 2 மீ. நீளத்தில் காணப்படும். இது தீங்கு ஏற்பட்டால் உடனே படம் எடுக்கும் தன்மை பெற்றது. படம் எடுத்து ஆடும் போது தலையில் 1 வடிவத்தில் படம் தெரியும். மிகவும் மூர்க்கக் குணம் கொண்ட இப்பாம்பு சீற்றமாகப் படம் எடுத்து ஆடும்போது 'கிஸ்' என்னும் ஒலியோடு கொத்தும். இதன் நஞ்சு ஒரே நேரத்தில் 15 ஆள்களைக் கொல்லும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. இது முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். பெண் பாம்பு 12-13 முட்டைகள் இட்டு அடைக்காக்கும். கட்டு விரியன் பாம்பின் உடல் கருமை நிறத்தில் இருக்கும். குறுக்கே வெள்ளைப் பட்டை காணப்படும். ஏறத்தாழ 1 மீ. நீளம் வளரும். நஞ்சு நிறைந்த இவை இரண்டும் நரம்பு மண்டலத்தைப் பாதித்து இறப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. கண்ணாடி விரியன் பாம்பின் உடலின் மேற்பகுதியில் கறுப்பு நிற வளையங்கள் வெள்ளைத் தோலில் காணப்படும். இதன் தலை 5 வடிவில்

இருக்கும். இது ஒரே நேரத்தில் 30-40 குட்டிகள் போடும். இதன் நஞ்சு குருதியில் கலந்து இறப்பை உண்டாக்கும். இதன் வால், துடுப்புப் போல் இருக்கும்.

நஞ்சுள்ள பாம்பு கடிப்பதால் கால்நடைகளில் நரம்பு மண்டலம் வழியாகவோ குருதி வழியாகவோ சென்று நஞ்சு நச்சுத் தன்மையை உண்டாக்குகிறது. கால்நடைகள் தரையில் புல் மேயும் தன்மை பெற்றுள்ளதால் பாம்பு விலங்குகளின் தலையைக் கடிக்க வாய்ப்பு மிகுதி. பாம்புக் கடிக்குப் பன்றி பெரிதும் பலியாவதில்லை. காரணம், அதன் அடித்தோலில் உள்ள கொழுப்பேயாகும். செம்மறி ஆடுகளில் முடி அடர்த்தியாக உள்ளமையால் அதன் மடி பாம்புக் கடிக்கு உள்ளாகும் பகுதி ஆகும். கடித்த பாம்பின் இனம், நஞ்சின் அளவு, கடிபட்ட விலங்கினத்தின் உருவம், தோலின் தன்மை, கடித்த இடம் இவற்றைப் பொறுத்து நச்சுத் தன்மை அமைகிறது. நச்சுப் பல் வழியாக நஞ்சு உடலில் செலுத்தப்படுகிறது. நச்சுள்ள பாம்பு கடித்தால் கடித்த இடத்தில் பல் தடம் நன்றாகத் தெரியும். ஒரு பல் அல்லது இரண்டு பல் தடம் அல்லது சிராய்ப்புக் காணப்படும். நாகப்பாம்பு கடித்த இடத்தில் இரண்டு பல் தடம் தெரியும். நச்சில்லாத பாம்பு கொத்திய இடத்தில் மிகுதியான பல் தடயங்களைக் காணலாம்.

நஞ்சு ஏறும் தன்மை. நாகப்பாம்பு, கட்டுவிரியன், கடல் பாம்புகளின் நஞ்சு நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்குகிறது. இந்நச்சு நரம்பைப் பாதித்துக் கண்களைக் குருடாக்குகிறது. பின்னர் மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும். கண்விழி விரியும்; நுரை தள்ளும்; வலிப்பு ஏற்பட்டுப் பின்னர் செயல் இழந்துவிடும். கண்ணாடி விரியன் போன்ற பாம்புகளின் நச்சு, குருதி ஓட்டத்தில் கலந்து இறப்பை உண்டாக்கும். நஞ்சு, குருதிச் சிவப்பு அணுக்களைப் பிரித்து அழிக்கிறது. இதனால் திசுக்களிலிருந்து குருதி வெளியேறுகிறது. தலையில் பாம்பு கடித்தால் தலை வீங்கும். மூச்சு திணறல் ஏற்படும். நாய், பாம்பு கடித்த 1-10 மணி நேரத்திற்குள் இறந்துவிடும். குதிரைகளில் இறப்பு ஏற்பட 48 மணி நேரம் ஆகும்.

பாம்புக் கடிக்கு முதலுதவி. பாம்பு கொத்திய இடத்திலுள்ள பல் தடத்தை வைத்து நச்சுள்ள பாம்புக் கடியா அல்லது நச்சற்ற பாம்புக் கடியா எனக் கண்டறிய வேண்டும். கடிபட்ட இடத்தினைப் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கலந்த நீரால் கழுவு வேண்டும். கடிபட்ட இடத்திற்கு மேல் இறுக்கமாகக் கட்டுப் போட வேண்டும். கடிபட்ட இடத்தில் சிறிய வெட்டுப்போட்டு நச்சினை உறிஞ்சி எடுக்கலாம். ஆனால் மிகவும் கவனமாகக் கையாள வேண்டும். பாம்புக்கடி என அறிந்தவுடன் அருகிலுள்ள கால்நடை மருத்துவரிடம்

கடிபட்ட கால்நடையைக் காட்டி உரிய மருத்துவம் செய்தல் வேண்டும். தேவைப்பட்டால் கால்நடை மருத்துவரின் அறிவுரைப்படி நச்சுமுறிவு ஊசி போடுதல் வேண்டும். இறந்த கால்நடைகளைப் பாம்பு கடித்த இடத்தில் வீக்கம் காணப்படும். தோலை உரித்துப் பார்த்தால் நச்சுப்பல் தடம் தெளிவாகத் தெரியும்.

பெரும்பாலும் பாம்புக்கடி வெயில் காலங்களில் மிகுதியாக ஏற்படுகிறது. பாம்பு கடித்தால் குருதி உறையாமல் கடித்த இடத்திலிருந்து வெளியேறிக் கொண்டிருக்கும். ஏனெனில் நச்சு குருதி உறைவதைத் தடுத்துவிடுகிறது. நச்சில்லாத பாம்பு கடித்தால் குருதி வெளியேறுவது விரைவில் நின்றுவிடும்.

வே. ஜெயா கிறிஸ்டி



பாம்புத்தாரா (Indian darter)

## பாம்புத் தாரா

இது ஒரு நீர்ப் பறவையாகும். பாம்புத்தாரா (Indian darter) பெலிக்கனிஃபார்மிஸ் வரிசையில் பாலகுரோகோசிடே குடும்பத்தை சேர்ந்தது. இதன் விலங்கியல் பெயர் அன்கிங்கா மெலனோகாஸ்டர் (Anhinga melanogaster) என்பதாகும். 90 செ.மீ நீளமுள்ள பாம்புத்தாரா பருந்தை விடச் சற்று பெரிதாகவோ, சிறிதாகவோ இருக்கும். இது நீர்க்காகத்தைப் போன்ற தோற்றமுடையது.

இப்பறவையின் மேல் அலகும், கீழ் அலகின் முனையும் கெம்பு நிறத்திலும் அலகின் மற்றப் பகுதிகள் மஞ்சள் நிறத்திலும், விழிப்படலம் மஞ்சள் நிறத்திலும், கால்கள் கருமை நிறத்திலும் இருக்கும். கழுத்து பாம்பு போன்று நீண்டு மெலிந்து கருமையாகக் காணப்படும். தலை சிறுத்தும் வால்பகுதி நீண்டு விறைப்பாக விசிறி வடிவத்திலும் இருக்கும். உடல், முதுகு, சிறகு ஆகியவை கருமை நிறத்துடனும் வெளிர் பட்டைகளுடனும் இருக்கும். தலையின் நிறம் இளம் பழுப்பாகவும், முகம், மோவாய், தொண்டைப் பகுதி ஆகியன வெண்மையாகவும் உடலின் கீழ்ப்பகுதி பளபளப்பாகவும் கரும்பழுப்பாகவும் இருக்கும்.

பாகிஸ்தான், வங்காளதேசம், மியான்மர், ஸ்ரீலங்கா ஆகிய நாடுகளில் தனித்தோ இரண்டு, மூன்று பறவைகள் சேர்ந்த சிறு கூட்டமாகவோ பாம்புத்தாரா காணப்படுகிறது. இப்பறவை உடல் முழுவதையும் நீரினுள் அமிழ்த்திக் கொண்டு கழுத்தையும் தலையையும் மட்டும் வெளியே நீட்டிக் கொண்டு நீந்தியபடியே இரையைத் தேடும். இதைக் காணும்போது பாம்பு

ஒன்று நீருக்கு மேலே தலையை நீட்டிக் கொண்டிருப்பது போலத் தோன்றும். சில வேளைகளில் நீரில் முழுவதுமாக மூழ்கியும் இரை தேடும். சாதாரணமாகக் கழுத்தைக் குறுக்கி வைத்துக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் எதிர்பாராத முறையில் கழுத்தை அம்பு போல் வேகமாக நீட்டி மீனைப் பிடிக்கும். அதற்கேற்ற வகையில் கழுத்தில் முள்ளெலும்புகள் சிறப்பாக அமைந்துள்ளன. மீன் இதன் முதன்மை உணவாகும். இப் பறவை சிறகுகளை அடித்துக் கொண்டு நீரில் மிதந்தபடியே நன்றாகப் பறக்கும். வயிறு நிறைய இரை உண்ட பின்னர் மரக்கிளைகளில் அமர்ந்து இறக்கைகளை விரித்தபடி வெயில் காயும். சில நேரங்களில் கூழைக் கடாவோடும், நாரையோடும் சேர்ந்து வானில் வட்டமிட்டுப் பறக்கும்.

நீர் நிலைகளுக்கருகிலுள்ள மரக்கிளைகளில் அமர்ந்திருக்கும் இப்பறவையை நெருங்கினால் உயிரற்றது போல நீரில் வீழ்ந்து மூழ்கி நெடுந்தொலைவு நீருக்கடியில் நீந்திச் சென்று தலையைத் தூக்கும். ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் புது இறகுகள் முளைக்கும்போது சில வாரங்கள் இப்பறவையால் பறக்க இயலாது. ஆணுக்கும், பெண்ணுக்கும் தோற்றத்தில் வேற்றுமையிராது. இப்பறவை வட இந்தியாவில் ஜூன், ஜூலை ஆகஸ்ட் மாதங்களிலும், தென்னிந்தியாவில் நவம்பர் - பிப்ரவரியிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

பாம்புத் தாரா பிற நீர்ப்பறவைகளோடும், நீர்க் காகங்களோடும் சேர்ந்து நீர்நிலைகளுக்கருகிலுள்ள அல்லது நீரினுள் நிற்கும் மரங்களில் குச்சிகளிலான கூடுகளைக் கட்டும். மூன்று அல்லது நான்கு முட்டைகள் இடும். முட்டை நீண்டும் முனை சிறுத்தும் பசுமை தோய்ந்த இளம் நீல நிறத்திலும் இருக்கும். இப்பறவை முதல் முட்டையிட்டவுடன் அடைக் காகத்தொடங்குகிறது.



ஆணும் பெண்ணும் குஞ்சுகளுக்கு இரை கொண்டு வரும். தாய்ப்பறவை இரை கொண்டு வரும்போது குஞ்சு தலையை அப்படியும் இப்படியுமாக வேடிக்கையாக ஆட்டும். பின்பு இரை கொண்டு வரும் பெற்றோரின் திறந்த அலகினுள் தலை முழுவதையும் விட்டு இரையை எடுத்துண்ணும். சில வேளைகளில் காக்கை இதன் முட்டையைக் கவர்ந்து செல்வதுண்டு. இதன் குஞ்சுகளைக் கழுகு தூக்கிச் செல்வதுமுண்டு.

வடமாநிலங்களில் வாழும் மீனவர்கள் பாம்புத் தாராவை மீன்பிடிப்பதற்குப் பழக்கி வைப்பது உண்டு. இப்பறவையின் கழுத்தில் ஒரு வளையத்தை மாட்டி மீன் பிடிக்கும் படகுகளில் வைத்திருப்பர். கழுத்தில் இறுக்கமான வளையம் இருப்பதால் பிடித்த மீனை இப்பறவையால் விழுங்க முடியாது.

என். ராமகிருஷ்ணன்



பாம்புப் பருந்து

## பாம்புப் பருந்து

இது தலையில் கொண்டையை உடையது. எனினும் கழுத்து வரையிலான இதன் கறுத்த கொண்டை வெண் புள்ளிகளோடு இருப்பதோடு சற்றுக் குட்டையானதும் ஆகும். பாம்புப் பருந்து (spilornis cheela) உருவத்தில் கருடனை விடப் பெரியதாக ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறத்தில் உள்ளது. இதன் மார்பிலும் வயிற்றிலும் வெண் புள்ளிகள் அள்ளித் தெளித்தது போல் காணப்படும். இறக்கைகளால் போர்த்தப்படாத கால்கள் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். உடலின் மட்டத்திற்குச் சமமாக இறக்கைகளை விரித்தபடி காற்றில் மிதந்து பறக்கும். இது அவ்வப்போது “க்கே.. க்கே..க்கே” எனக் குரல் ஒலி எழுப்பும். பறக்கும்போது இறக்கைகளின் அடியில் அமைந்துள்ள வெள்ளையும் கறுப்புமான பட்டையும், வாலின் குறுக்கே அகலமாகத் தோற்றம் தரும் ஒரு வெண் பட்டையும் இதனை அடையாளங் கண்டு கொள்ள உதவும். தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் பாம்புப் பருந்துகள் இமயமலைப் பகுதிகளில் காணப்படுவனவற்றைவிட உருவில் சற்றுச் சிறியவை. மியான்மர், தென்கிழக்குச் சீனா, இந்தோனேஷியா, ஃபிலிப்பைன்ஸ் ஆகிய நாடுகளிலும் இது காணப்படுகிறது.

இந்தியாவின் மலை சார்ந்த மழை வளமிக்க காட்டுப் பகுதிகளில் காணப்படும் இது பருவங்களுக்கேற்ப இடம் பெயர்வதும் உண்டு. தனித்தோ இணையாகவோ ஒரு பகுதியில் திரியும் இது மரங்களின் மேல் இலை தழைகளுக்கு இடையே மறைவாக அமர்ந்து இரைக்காகச் சுற்று வட்டாரத்தை நோட்டம்

விட்டபடி இருக்கும். உயர வட்டமிட்டுப் பறந்து இரைதேடும் பழக்கமும் உண்டு. சாரைப் பாம்புகளைக் கூட எளிதில் பற்றி அஞ்சாது தூக்கிச் செல்வதால் இதனைப் பாம்புப் பருந்து எனச் சிறப்பிக்கின்றனர். எனினும் தவளை, ஓணான், எலி, நண்டு, நோயுற்ற பறவைகள் ஆகியவற்றையும் இது இரையாக உண்ணும். சிலபோது வீட்டில் வளர்க்கும் கோழிக் குஞ்சுகளையும் தூக்கிச்செல்லும்.

இனப்பெருக்கக் காலமான டிசம்பர் - மார்ச்சில் ஓயாது உரத்த குரலில் ஒலியெழுப்பி ஆரவாரம் செய்யும். ஆணும் பெண்ணும் உயரப் பறந்து பின் தலைக்குப்புறப் பாய்ந்தும் தாவித் தாவிப் பறந்தும் ஒன்றை ஒன்று மகிழ்வித்து விளையாடும். ஆற்றோரங்களிலும், நீர் நிலைகளை அடுத்தும் வளர்ந்துள்ள மரங்களில் உயரக் கூடு கட்டி இன மஞ்சள் நிறமான ஒரு முட்டையை இடும். ஆணும் பெண்ணும் கூடு சட்டுவதில் பங்கு கொண்டாலும் பெண்ணே அடைக் காக்கிறது.

க. ரத்னம்

## பாமே

இப்பனைக் குடும்பம் ஒரு வித்திலைத் தாவர வகுப்பில் கேலிசினே என்னும் வரிசையில் அமைந்துள்ளது. அண்மைக் காலத்தில் இதற்கு அரிகேசி என்னும் பெயருண்டு. இக் குடும்பத்தில் 217 இனங்களும் 2500 சிற்றினங்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இக்குடும்பத் தாவரங்களைப் பொதுவாகப் பாம் (palm) என்பர். வெப்ப மண்டலப் பகுதியிலும், சார்பு வெப்ப மண்டலப் பகுதியிலும் இது பரவியுள்ளது.



பொதுவாக இக்குடும்பத் தாவரங்கள் கிளையற்ற, உயரமான மரங்களாகும். தண்டின் (caudex) உச்சிப் பகுதியில் மட்டும் இலைகள் கொத்தாகக் காணப்படுகின்றன. பைடிலெபஸ் (Phytelepas) என்னும் இனத்தின் தண்டு தடித்துக் குட்டையாகத் தரையை ஒட்டியுள்ளது. ஆகவே இதன் கொத்தான இலைகள் தரையிலிருந்து உண்டாவது போல் தோற்ற மளிக்கின்றன. பிரம்பு வகைகள் (cane palms) மெல்லிய நீண்ட தண்டுடைய பற்றி வளரும் கொடியாகும். இவை ஏறத்தாழ 30 மீ. உயரத்திற்கு மேல் வளர்கின்றன. பல தாவரங்களில் வேரிலோ, தண்டிலோ, இலைகளிலோ முள்கள் காணப்படுகின்றன. தண்டில் உள்ள முள்கள் இலைப் பட்டைகளில் (leaf sheath) காணப்படுகின்றன. இம்முள்கள் தொடக்கத்தில் மேல்நோக்கி வளைந்திருந்து பின் இலைகள் உதிர்ந்த பின் நேராக நிமிர்ந்துவிடுகின்றன. இரியேர்டியாவில் முள்கள் வேரின் உருமாற்றமாகும். பிரம்பில் இலைகளின் நடு நரம்பில் முள்கள் காணப்படுகின்றன. மௌரீடியாவில் முள்கள் அகத்தோன்றிகளாகத் (endogenous) தொடங்கித் தண்டிற்கு வெளியே வருகின்றன.

பாம் பொதுவாக ஒளி நாட்டத் தாவரம். ஆகையால் அடர்ந்த காடுகளில் காணப்படுவதில்லை. ஈரப்பதத்துடனும் சற்று வெப்பத்துடனும் கூடிய பகுதி, ஈரம் மிகுந்த கடற்கரைப் பகுதி, நதிக்கரைகளில் பாமே வகைத் தாவரங்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. ஹைஃபேனி என்னும் இனம் வறள் நிலத் தாவரமாகும்.

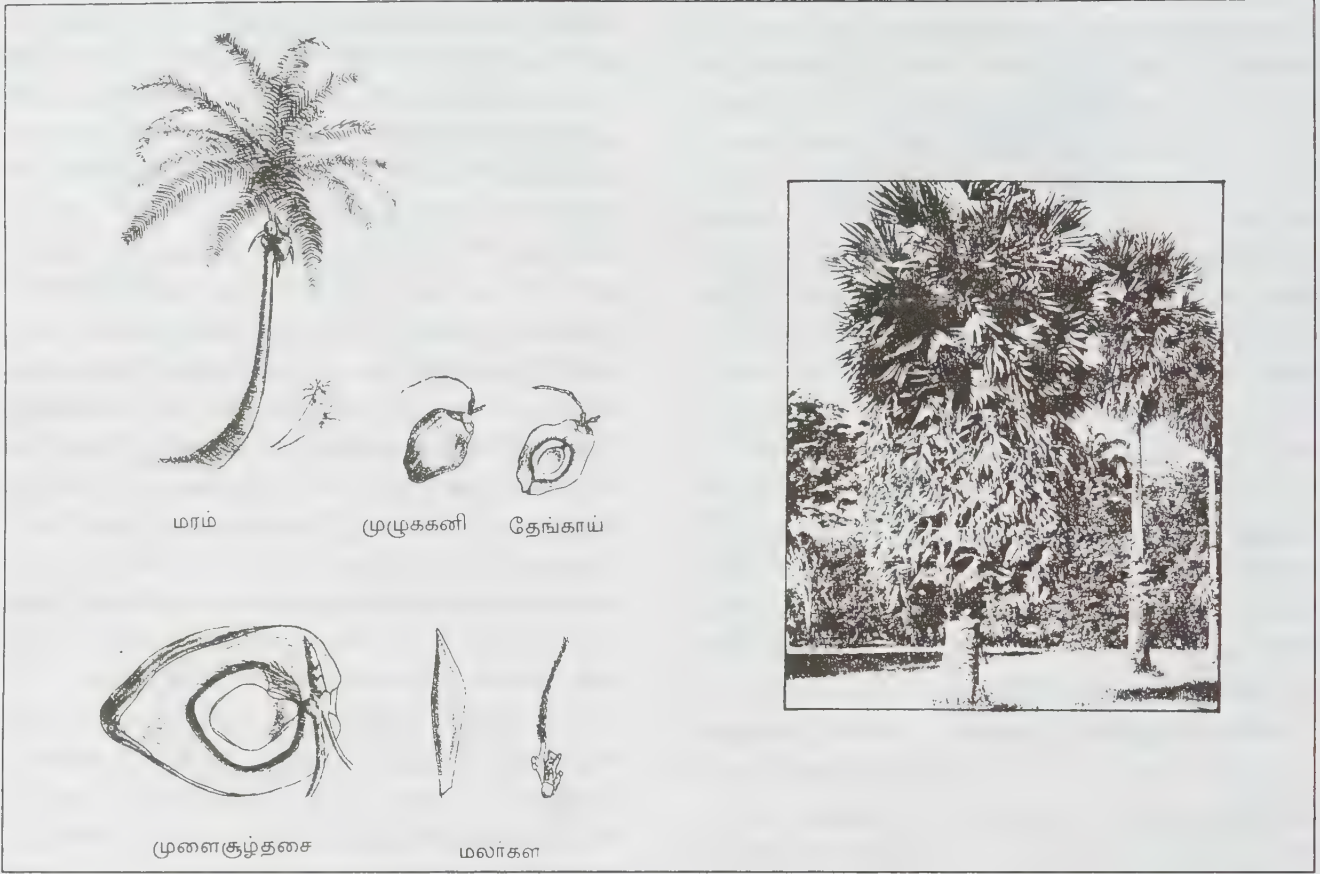
**வாழும் காலம்.** பொதுவாக இத்தாவரங்கள் பல்-பருவ (perennial) வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை ஒவ்வோர் ஆண்டும் பூத்து, காய்த்து (polycarpic) பல ஆண்டுகள் வாழ்கின்றன. ஆனால் தாளிப்பனை என்பது ஒரு பல்லாண்டு (multiennial) தாவரமாகும். பாமே வகைத் தாவரங்கள் 50-70 ஆண்டுகள் பூக்காமல் வாழ்ந்து அழிவதற்கு முன் ஒரே முறையே பூக்கும் இயல்புடையன. இவ்வினங்கள் அவற்றின் வாழ்நாளில் ஒருமுறையே பூக்கும் (monocarpic).

**கிளைத்தல்.** பாம் தாவரங்களில் கிளைத்தல் பொதுவாக அரிதானது. ஹைஃபேனி இனத்தின் பல சிற்றினங்களில் கிளைகள் கவட்டைக் கிளைத்தல் (dichotomous) போல் காணப்படுகின்றன. சில நேரங்களில் தென்னை, பனை, ஈச்சை மரங்களில் கிளைகள் உண்டாகின்றன. தண்டின் நுனி மொட்டு சாறு எடுக்கப்படும்போது பாதிக்கப்படுவதால் அல்லது பூச்சிகளின் தாக்கத்தால் கிளைகள் அரிதாகத் தோன்றலாம்.

**இலைகள்.** இக்குடும்பத் தாவரங்களில் இலைகள் சிறப்பு மிக்கவை. மரமாக உள்ள தாவரங்களில் (arborescent)

இலைகள் தண்டின் உச்சியில் கொத்தாகவும், பற்றி ஏறக்கூடிய தாவரங்களில் (climbers) மாற்று இலை அமைவிலும் உள்ளன. இலைகளின் வடிவத்தையும், நரம்பு அமைப்பின் அடிப்படையிலும் பாங்களை விசிறிப் பாம் (fan palms), சிறகு பாம் (feather palm) என இரு வகைப்படுத்தியுள்ளனர். விசிறிப்பாமில் தனி இலைகள் (simple leaf) விசிறி வடிவத்தில் (flabellate) அல்லது அங்கை வடிவில் (palmate) உள்ளன. இலைகள் விரியும்போது விளிம்புகள் கிழிந்து கூட்டு இலைகள் போல் காணப்படுகின்றன. சிறகு பாமில் இலைகள் சிறகு கூட்டிலையாகவோ சிறகு போன்ற நரம்பு அமைப்புடன் கூடிய தனியிலையாகவோ இருக்கும். இலைக்குப் பெரிய தடித்த இலைக்காம்பு உண்டு. இக்காம்பின் அடிப்பகுதி உறை போல் உள்ளது. திரினாக்ஸ் போன்ற சில விசிறிப் பாமின் இலைகளில் இலைப்பரப்பும் இலைக்காம்பும் இணையும் பகுதியில் தடித்த நாக்கு போன்ற வளர்ச்சியுள்ளது (hastula). இலை முதிர்ந்து காய்ந்த நிலையில் இலைகள் கீழ் நோக்கி வளைந்து, இலையடி உறையில் கீறல் ஏற்பட்டுக் காற்றாலோ, மழையாலோ இலைகள் விழுந்துவிடுகின்றன. ஈச்ச மர இலையின் மேல்பகுதி உதிர்ந்த பின் இலையடிப் பகுதி தண்டிற்கு ஒரு கவசம் போல் அமையும். வலைபோல் அமைந்த இலையடி உறை நார்கள் இளம் இலைகளுக்குப் பாதுகாப்பு அளிக்கும். இவற்றைப் பன்னாடை என்பர். பிரம்பில் இலையடிச் செதில்கள் உறை போல் உள்ளன.

**மஞ்சரி.** தனி அல்லது கூட்டு மடல் கதிர் மஞ்சரியில் (compound spadix) தடித்துக் கட்டையான மடல் அமைந்திருக்கும். ஒரு தனி பெரிய மடல் (spathe) பல கதிர்களைக் கொண்டிருக்கும். அல்லது பல சிறிய செதிலிலைகள் (bracts) தனித்தனியாக மலர்களைக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சரி, இலைக்குக் கீழோ, இலைக்கு இடையிலோ இலைக் கொத்துக்கு மேலோ அமைந்திருக்கும். பொதுவாகச் சிறிய ஒருபால் மலர்கள். ஆனால் வாஷிங்டோனியா (Washingtonia), சாபால் (Sabal) போன்ற இனங்களில் இருபால் மலர்கள், ஒருபால் மலர்கள் மஞ்சரியில் அமைந்துள்ள விதம் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகிறது. பனை ஒரு பால் ஈரில்லம் உடையது. இதன் பெண்மலர்கள் தனி மரத்திலும், ஆண்மலர்கள் தனி மரத்திலும் காணப்படுகின்றன. தென்னை ஒருபால் ஓரில்லமுடையது. இதன் மஞ்சரியின் கிளைகள் ஒவ்வொன்றின் அடிப்பகுதியில் ஒரு தனிப் பெண் மலரும், மேல் பகுதியில் மிகுதியான ஆண் மலர்களும் உள்ளன. பாக்கு ஒரு பால் ஓரில்லம் உடையது. ஒவ்வொரு மஞ்சரிக் கிளைகளின் அடிப்பகுதியிலும் சில பெண்மலர்களும், மேற் பகுதியில் மிகுதியான ஆண் மலர்களும் உள்ளன. ராஃபியாவின்



தென்னை

பனை

## பாமே

மஞ்சரிக் காம்பின் கீழ்ப் பாதியில் பெண் மலர்களும் மேல் பாதியில் ஆண் மலர்களும் காணப்படுகின்றன. ஜியோனோமாவில் ஒவ்வொரு பூவடிச் செதிலிலும் ஆண், பெண் மலர்கள் உண்டு. நடுவில் உள்ள பெண் மலருக்கு இரு மருங்கிலும் ஆண் மலர்கள் உள்ளன. மலர்கள் பொதுவாக ஒழுங்கானவை; ஆரச் சமச்சீருடையவை. பூக்காம்பற்றோ (sessile) சிறிய பூக்காம்புடனோ தோன்றும். ஆறு தெளிவற்ற பூவிதழ்கள் (perianth) இரண்டு வரிசையில் இணைந்தோ பிரிந்தோ இருக்கும்.

**புல்லிவட்டம்.** மூன்று புல்லிகள் இணைந்தோ பிரிந்தோ (imbricate) காணப்படும்.

**அல்லிவட்டம்.** மூன்று அல்லிகள், புல்லிகளை விடப் பெரிதானவை. இவை பிரிந்தோ இணைந்தோ காணப்படும். ஆண் மலர்களில் அல்லி தொடு இதழ் அமைவுடன் இருக்கும். பெண் மலர்கள் இணைந்தோ பிரிந்தோ காணப்படும்.

**மகரந்தத்தாள் வட்டம்.** ஆறு மகரந்தத்தாள்கள் இரு வரிசையில் அமைந்தவை. சில சமயங்களில் பல மகரந்தத்தாள்களைக் கொண்டிருக்கும். இரண்டு அறை கொண்ட மகரந்தப் பையும் (ditheous) ஆண் மலரில் மலட்டுச் சூலகமும் (pistillode) உண்டு.

**சூலகம்.** மூன்று சூலிலைகள் இணைந்த மேல் மட்டச் சூலகம் காணப்படும். சூலக அறைகள் ஒவ்வொன்றிலும் சூல் ஒன்று கீழ் ஒட்டு முறையிலோ தொங்கு நிலையிலோ அமைந்திருக்கும். சில இனங்களில் சூல்கள் அச்சு ஒட்டு முறையில் அமைந்திருக்கும். சூலகத் தண்டு நீண்டோ குட்டையாகவோ இருக்கும். சூலகமுடி ஒன்றோ மூன்றோ காணப்படும். பெண் மலரில் மலட்டு மகரந்தகேசரங்கள் காணப்படும்.

**கனி.** முழுச் சதைக்கனி (berry) அல்லது உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி (drupe) வகை. கனித் தோலின்



வெளி உறை (epicarp) தடித்த தோல் போன்றது. நடு உறை (mesocarp) நார்களால் ஆனது. உள் உறை (endocarp) ஒடு போல் கெட்டியானது. தென்னையில் ஒரு பைரீனூடைய கனியும் பனையில் மூன்று பைரீனூடைய கனியும் காணப்படும். கனி உள் உறையின் உள்ளே முளைசூழ் தசையும் (endosperm), கருவும் (embryo) உள்ளன. மூன்று சூலிலைகளும் வீரியமுள்ள வையாகவோ ஒன்று மட்டும் வீரியமுள்ளதாகவோ இருக்கலாம். தென்னையில் மூன்று சூலிலைகள் இருந்தாலும் ஒரு சூலிலை மட்டும் கருவுறுதல் நடந்து கனியைக் கொடுக்கிறது. தேங்காயில் உள்ள மூன்று நீள் கோடுகளும், மூன்று தழும்புகளும் மூன்று சூலிலைகளால் தேங்காய் ஆனது என்பதைக் குறிக்கின்றன. மூன்று கண்களில், இரண்டு கடினமாக இருப்பது இரண்டு மலட்டு சூலிலைகளைக் குறிக்கிறது. இவற்றைத் தேங்காயின் குருட்டுக் கண்கள் (blind eyes) என்பர்.

கோ. கோபாலன்

## பாய்ங்கர், ஜூல்ஸ் ஹென்றி

1854-1912 இல் வாழ்ந்த பிரெஞ்சுக் கணித அறிஞர் பாய்ங்கர், ஜூல்ஸ் ஹென்றி என்பார் ஆவார். கணிதவியல், வானியல், இயற்பியல் ஆகிய துறைகளில் இவர் ஈடுபட்டிருந்தார். அவரது கண்டுபிடிப்புகள் ஏறக்குறைய, கணிதவியலின் அனைத்துப் பிரிவுகளிலும் இடம் பெற்றிருந்தமையால் அவர் உலகளாவிய கணித அறிஞர் எனப் போற்றப்பட்டார். அவர் தம் இறுதி நாளில் எழுதிய 'கணிதப் படைப்புகளின் தன்மை' என்னும் நூலில், கணிதவியலின் முக்கியத்துவத்தை நன்கு விளக்கியுள்ளார்.

கணிதப் பிரிவில் ஒன்றான தற்கால இடத்தியல் (modern topology) என்பதை 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் கண்டுபிடித்தார். இவர் வானியலில் இயக்கவியலின் தத்துவத்தையும் சிறந்த முறையில் வெளியிட்டிருக்கிறார். 1897 ஆம் ஆண்டு ஈகோல் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டத்தைப் பெற்ற பாய்ங்கர், 1881 இல் பாரிஸ் பல்கலைக்கழகத்தின் கணிதப் புலத்தில் பணியிலமர்ந்தார். 1908 இல் பிரஞ்சுக் கழகத்தின் உறுப்பினரானார். இவர் பிரஞ்சு நாட்டுத் தலைவரான பாய்ங்கர் ரேமானின் நெருங்கிய உறவினர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

பங்கஜம் கணேசன்

## பாய்சான் சமன்பாடு

நீள் வட்டப் பாகுபாட்டைச் சேர்ந்த ஒரு பான் வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளில் ஓரியல் அற்ற சமன்பாட்டிற்குப் பாய்சான் சமன்பாடு (Poisson's equation) ஓர் அடிப்படை எடுத்துக் காட்டாகும். பாய்சான் என்பவரால் 1812 ஆம் ஆண்டு இச்சமன்பாடு முதலில் கையாளப்பட்டது. இது நிறைப் பரவலொன்றில் அழுத்தத்தால் நிறைவு செய்யப்படும் சமன்பாடு.  $R^n$  ( $n \geq 3$ ) -இல் நியூட்டன் அழுத்தம்,  $R^2$  இல் மடக்கை அழுத்தம், ஆகியவற்றிற்கான பாய்சான் சமன்பாடு

$$\Delta u = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} = -\sigma(S^n) r(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

என்பதாகும். இதில்  $\rho$  என்பது நிறைப்பரவலின் அடர்த்தியையும்,  $\sigma$  என்பது  $R^n$  இல் உள்ள ஓரலகு கோளம்  $S^n$  இன் பரப்பையும் குறிப்பனவாகும்.

$$\Delta u(x) = \sum_{r=1}^n \frac{\partial^2 u(x)}{\partial x_r^2} = f(x), \quad x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

என்னும் பாய்சான் சமன்பாட்டைச் சார்ந்த வரம்பு நிலை மதிப்புக் கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காண்பதற்காக உருவாக்கப்பட்டுள்ள எண்சார் முறைகள் பலவகையிலும் இன்றியமையாதவை. பல்வேறுபட்ட அறிவியல் தொழில் நுட்பத்துறைகளில் உருவாகும் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கவும் பாய்சான் சமன்பாடு உள்ளடக்கிய மேலும் பொதுவான நீள் வட்டச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கவும் இத்தீர்வு முறைகள் பயன்படுவதால் இம்முறைகள் தனிச் சிறப்புப் பெறுகின்றன. மேற்குறிப்பிட்ட அடிப்படையான எண்சார் தீர்வு முறைகளுள் வீழ்ப்பு முறைகளும் திட்டமான வேறுபாட்டு முறைகளும் அடங்கும். இரு மாறிகள் கொண்ட பாய்சான் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்க, தனிநிலை உருமாற்றிகளையும் ஒடுக்கும் முறைகளையும் பயன்படுத்தும் மாறிகளைப் பிரிக்கும் முறை ஏற்றதாகும்.

கு. மணிவாசகன்

## பாய்சான், சைமன் டெனிஸ்

இவர் ஒரு பிரெஞ்சு நாட்டுக் கணிதவியலார் ஆவார். சைமன் டெனிஸ் பாய்சான் (Simeon Denis Poisson) பிரான்சிலுள்ள பிதிவியர்ஸ் என்னுமிடத்தில் 1781 ஆம் ஆண்டு ஜூன் 21 ஆம் நாள் பிறந்தார். வரையறுக்கப்பட்ட தொகை மின்காந்தக்



கொள்கை, நிகழ்தகவு போன்ற துறைகளில் இவருடைய ஆய்வுகள் சிறந்து விளங்குகின்றன.



பாய்சான், சைமன் டெனிஸ்

பாய்சானின் குடும்பத்தினர் இவரை மருத்துவம் படிக்க வேண்டுமென்று கட்டாயப்படுத்தினர். ஆனால் இவர் இக்குறிக்கோளைக் கைவிட்டு 1789 இல் பாரிசிலுள்ள ஈகோல் பஸ்தொழில் பயிலகத்தில் கணிதம் பயின்றார். அங்குப் பியரி சைமன் லாப்லாஸ் மற்றும் ஜோசப் லூராயிஸ் லாக்ரான்ஜி போன்ற கணிதவியலாளிடம் பயின்றார். இவர் தன் வாழ்நாள் முழுவதையும் கணிதவியல் ஆய்விற்கும், பயிற்றுவித்தலுக்குமே செலவிட்டார். 1802 இல் ஈகோல் பஸ்தொழில் பயிலகத்தின் துணைப் பேராசிரியராகவும், 1806 இல் பேராசிரியராகவும் பணியேற்றார். 1808 இல் புள்ளிவிவரச் சேகரிப்பு அலுவலகத்தில் வானியல் அறிஞராகப் பணியாற்றினார். 1809 இல் அங்கு அறிவியல் புலம் அமைக்கப்பட்ட போது பாய்சான் தூய கணிதவியல் (pure mathematics) துறையின் பேராசிரியராகப் பணியமர்த்தப்பட்டார். அடுத்து அவர் 'புள்ளியியலில் வாய்ப்பு' பற்றி ஆய்வு நூலை வெளியிட்டார். இதுவே பாய்சான் பரவல் பற்றி அறியத் துணைபுரிந்தது.

பாய்சானின் பல ஆய்வுகள் கணிதவியலின் பயன்பாடுகளான மின்னியல், காந்தவியல், எந்திரவியல் மற்றும் பல இயற்பியல் பிரிவுகளை உள்ளடக்கியவை ஆகும். இவருடைய 'Treatise on Mechanics' என்னும் வெளியீடு விசையியலில் மிகவும் சிறந்ததாகும். 1812 இல் வெளியிடப்பட்ட இவருடைய படைப்புகளான நிலைமின்னியல் விதி, மின்னியல் கொள்கை ஆகியன மிகவும் பயனுள்ளவை.

லாக்ரான்ஜி, லாப்லாஸ் ஆகியோரின் 'கோள்களின் சுற்றுப்பாதை நிலைப்புத் தன்மை' என்னும் ஆய்வைப் பாய்சான் மேம்படுத்தினார். இதைக் கொண்டு கோளவரு (spheroidal), நீள்வட்டவரு (ellipsoidal) ஆகியவற்றின் ஈர்ப்பியல் கவர்ச்சியைக் கணக்கிட்டார். ஒரு கோளின் நிறை விரவலை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட இவருடைய ஈர்ப்புவிசைச் சமன்பாடு, 20 ஆம் நூற்றாண்டில் புவியின் வடிவத்தைக் கண்டறியவும் துணைக் கோள்களின் சுற்றுப்பாதையைக் கண்டறியவும் பெரிதும் பயன்பட்டது.

நுண்புழையேற்றம் பற்றிய புதிய கொள்கை, வெப்பவியல் பற்றிய கணிதவியல் கொள்கை, நிகழ்தகவு, பெரிய எண்களின் பாய்சான் கொள்கை போன்றவை இவருடைய சிறந்த ஆய்வு வெளியீடுகளாகும். இவர் கண்டறிந்த பெர்னாலி பைனாமியல் விதியின் தோராயம், கதிரியக்கக் கணக்கீடுகளுக்கு மிகவும் அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.

இவர் தூய கணிதத்தில் வரையறுக்கப்பட்ட தொகையைப் (definite integral) பற்றி ஆய்வுக் கட்டுரைகள் வெளியிட்டுள்ளார். மேலும் ஃபூரியர் தொடரை மேம்படுத்தி உள்ளார். இந்த ஆய்வுகள் டிரிஷ்லே, பெர்ன்ஹார்டு ரீமேன் போன்றோரை இதே துறையில் ஆய்வு செய்யத் தூண்டின. பாய்சான் 1840 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் 25 ஆம் நாள் காலமானார்.

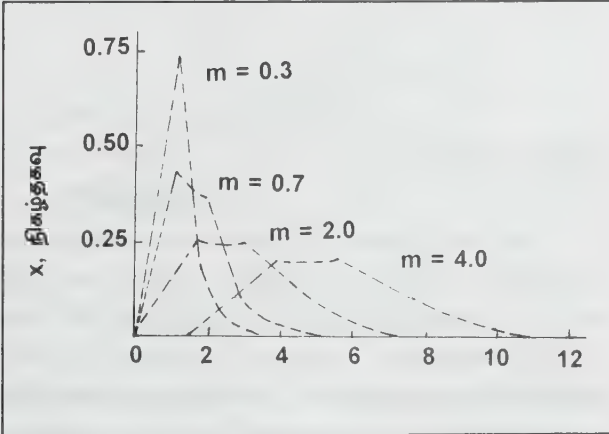
பெ. துரைசாமி

## பாய்சான் பரவல்

ஒரு சிறந்த தொழிற்சாலையில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஒவ்வொன்றிலும் 100 திருகுகளைக் கொண்ட பெட்டிகளில் காணப்படும் குறையுள்ள திருகுகள், ஒரு திறமை மிக்க தட்டெழுத்தாளர் அடித்த ஏடுகளில் காணப்படும் பிழைகள், படி தடுக்கி விழுவதால் இறப்பவரது எண்ணிக்கை, ஓர் ஆண்டில் ஏற்படும் வெள்ளப் பெருக்கு போன்றவை மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும். இவை அரிதான நிகழ்ச்சிகள் (rare events) என்பதால் இவற்றின் நிகழ்தகவு (P) மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இவ்வாறு (P) மிகச் சிறியதாகிப் பூஜ்யத்தை நெருங்கிக் கொண்டிருக்கும் போதும் முயற்சிகளின் எண்ணிக்கை (h) மிக அதிகமாகி முடிவிலியை நெருங்கும் போதும்  $n \times p$  என்பது வரையற்ற எண்ணாக இருக்கும்போது ஈருருப்புப்பரவல் பாய்சான் பரவலாக (Poisson distribution) மாறுகிறது. பாய்சான் பரவலை 1837 இல் எஸ்.டி பாய்சான் என்பார் கண்டறிந்தார். இது சமூகவியலிலும் இயற்பியலிலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது ஒரு தனி மாறி (discrete) பரவல் ஆகும்.

பாய்சான் பரவலுக்குப் பிற எடுத்துக்காட்டுகள்:

1.  $t$  - நேரத்தில் நிகழக்கூடிய தற்கொலைகளின் எண்ணிக்கை
2. ஒரு தெருவின் வழியாக  $t$  - நேரத்தில் செல்லக்கூடிய கார்களின் எண்ணிக்கை
3.  $t$  - நேரத்தில் ஒரு கடையில் விற்பனையாகும் பொருள்களின் எண்ணிக்கை
4.  $t$  - நேரத்தில் சிதைவடையும் (radioactive decay) அணுக்களின் எண்ணிக்கை
5. ஒரு சிறப்பு அங்காடியில் ஒவ்வொரு மணிக்கும் வரும் வாடிக்கையாளரின் எண்ணிக்கை
6. ஒரு மரச்சாமான் மீதோ ஒரு கண்ணாடிப் பலகையின் மீதோ காணப்படும் கோடு, குறை ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை.
7. ஓர் அலகு பரப்பில் காணப்படும் பாக்கீரியாக்களின் எண்ணிக்கை. பாய்சான் பரவலின் நிகழ்தகவு சார்பு  $e^{-m} m^x / x!$  ஆகும். இங்கு  $m = np$  ஆகும். இங்கு  $n$  முயற்சிகளின் எண்ணிக்கை;  $P$  நிகழ்தல், இங்கு  $m$  என்பது பரவலின் பண்பளவை ஆகும். இதுவே பரவலின் கூட்டுச் சராசரி.



பாய்சான் பரவல்

ஒரு தொலைபேசி ஒரு நிமிடத்திற்குச் சராசரியாக 10 தொடர்புகளை இணைத்துத் தர இயலும். ஒரு நிமிடத்திற்கு உயர் அளவாக 25 தொடர்புகளை இணைக்கும். அ.க.15-7அ

கொடுக்கப்பட்ட ஏதேனும் ஒரு நிமிடத்திற்கு உயர் அளவாக 25 தொடர்புகளை இணைக்கும். கொடுக்கப்பட்ட ஏதேனும் ஒரு நிமிடத்தில் அந்த அளவுக்கு மீறிய வேலை இருப்பதற்கான நிகழ்தலைப் பாய்சான் பரவலின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$m = 10$$

25 தொடர்புகளை ஒரு நிமிடத்தில் தருவதற்கான நிகழ்தகவு =  $e^{-10} 10^{25} / 25!$ . 25உம் அதற்குக் குறைவான எண்ணிக்கையும் உடைய தொடர்புகளைத் தருவதற்கான நிகழ்தகவு =

$$= \sum_{x=0}^{25} e^{-10} \frac{10^x}{x!}$$

எனவே அளவுக்கு மீறிய வேலை இருப்பதற்கான நிகழ்தகவுகளை அறிய, மொத்த நிகழ்தகவு '1' இலிருந்து மேலே உள்ள நிகழ்தகவைக் கழிக்க வேண்டும்.

தேவையான நிகழ்தகவு

$$= 1 - \sum_{x=0}^{25} e^{-10} \frac{10^x}{x!}$$

பாய்சான் பரவலின் தனிச்சிறப்பு, அதன் கூட்டுச்சராசரி, பரவற்படி (variance), மூன்றாம் விலக்கப் பெருக்கு தொகை  $\mu_3$  யாவும்  $m$  ஆகும். அதாவது  $x = \sigma^2 = \mu_2 = m$

இதன் கோட்டத்தைக் கணக்கிடும்

$$\beta_1 = \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3} = \frac{m^2}{m^3} = \frac{1}{m}$$

இதன் தட்டையளவைக் கணக்கிட உதவும்

$$\beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} = \frac{3m^2 + m}{m^2} = 3 + \frac{1}{m}$$

காத்திருக்கும் நேரத்தையொட்டிய கணக்குகள் (quelling theory) காப்புநிதி (insurance), வணிகம், பொருளாதாரம், உயிரியல், இயற்பியல் போன்ற பல துறைகளில் இது பயன்படுகிறது.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது லண்டன் மீது வீசப்பட்ட பறக்கும் குண்டுகளின் எண்ணிக்கை பாய்சான் மாறியாகும். நகரத்தை ஒவ்வொன்றும்  $\frac{1}{4}$  ச.கி.மீ. உடைய 576 பகுதிகளாகப் பிரித்தனர். 0, 1, 2 ..... குண்டுகள் வீசப்பட்ட பகுதிகளின் எண்ணிக்கை பதிவு செய்யப்பட்டது.

இது பாய்சான் பரவலைத் தழுவுகிறது என அறிந்தனர்.

ஒரு தட்டெழுத்தாளர் அடிப்பதில் காணப்படும் பிழைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. அதற்கு ஒரு பாய்சான் பரவலைப் பொருத்தலாம்.

ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் காணப்படும் பிழைகள் (x)	0	1	2	3	4	5
பக்கங்களின் எண்ணிக்கை (Y)	142	156	69	27	5	1

$$\text{கூட்டுச் சராசரி} = \frac{\sum fx}{\sum f} = \frac{400}{400} = 1; \bar{x} = m$$

எனவே பாய்சான் பரவலின் நிகழ்தகவு சார்பு

$$P(x) = \frac{e^{-1} 1^x}{x!} \quad \text{ஆகும்.}$$

நிகழ்வெண்கள் N .  $P(x) = 400 e^{-1} / x!$  என்பதில்  $x = 0, 1, 2, 3, 4, 5$  எனப் பிரதியிடக் கிடைக்கின்றன. (எ-டு)  $x=2$ ,

$$f = \frac{400 \times 0.3679}{2} = 73.58 \approx 74$$

எனவே பாய்சான் பரவலை ஒட்டிய எதிர்பார்க்கப்படும் நிகழ்வெண் பட்டியல்.

x	எதிர்பார்க்கப்படும் நிகழ்வெண்	நேரில் கண்ட நிகழ்வெண்
0	147	142
1	147	156
2	74	69
3	25	27
4	6	5
5	1	1

சுருக்கு வழியில் கணக்கிட

$$P(3) = \frac{m^3 e^{-m}}{3!} = \frac{m}{3} ((m^2/2!)e^{-m}) = \frac{m}{3} p(2)$$

$$P(4) = \frac{m^4 e^{-m}}{4!} = \frac{m}{4} ((m^3/3!)e^{-m}) = \frac{m}{4} p(3)$$

என்று இவ்வாறே அடுத்தடுத்து வரும் நிகழ்தகவுகளை எளிதாகக் காணலாம்

கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்

## பாய்சான் விகிதம்

நீளவாக்கில் கட்டப்பட்டுள்ள ஒரு கம்பியின் மறு முனையில் விசை செலுத்தப்பட்டால் கம்பியின் நீளம் அதிகரிக்கும்; கம்பியின் தடிமன் குறையும். பொருளின் ஓரலகு தடிமனில் ஏற்படும் மாற்றம் பக்கவாட்டுத் திரிபு (lateral strain) எனப்படும்.  $\infty$  என்பது ஓரலகு தகைவால் (stress) ஏற்படும் நீளவாட்டுத்திரிபு (longitudinal strain) ஆகும்.  $\beta$  என்பது ஓரலகு தகைவால் ஏற்படும் பக்கவாட்டுத் திரிபு ஆகும்.

பொருள் மீட்சி எல்லைக்கு உட்பட்ட நிலையில்,

$$\beta \propto \sigma$$

$$\beta = \sigma \propto$$

$$\sigma = \beta \quad \text{பக்கவாட்டுத் திரிபு}$$

பாய்சான் விகிதம்

$$\propto \quad \text{நீளவாட்டுத் திரிபு}$$

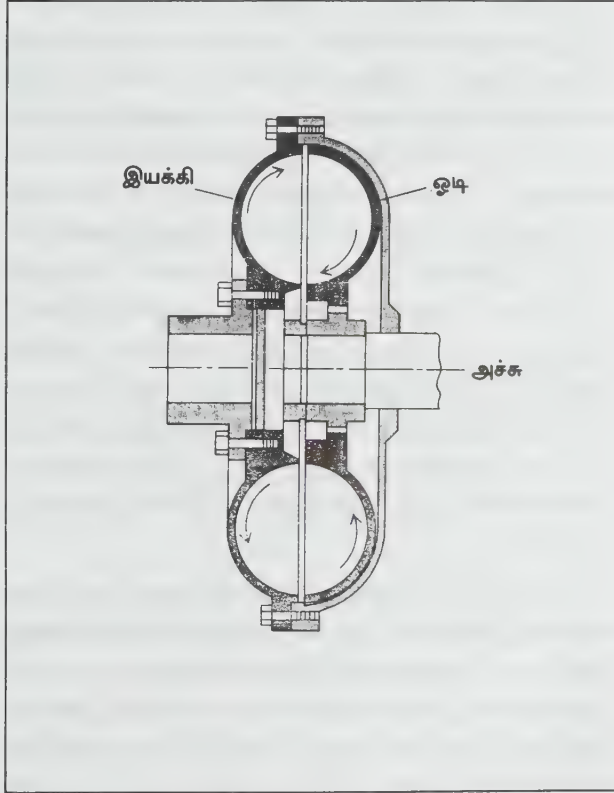
பாய்சான் விகிதம் (Poisson ratio) என்பது மீட்சி எல்லைக்கு உட்பட்ட நிலையில், ஓரலகு தகைவால் ஏற்படும் பக்கவாட்டுத் திரிபிற்கும் நீளவாட்டுத் திரிபிற்கும் உள்ள விகிதமாகும். பாய்சான் விகிதம் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்ததாகும். பல்வேறு பொருள்களுக்குப் பாய்சான் விகிதம் 0.2 - 0.4 இற்கு இடைப்பட்ட மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். பாய்சான் விகிதம் எஃகிற்கு 0.30 எனவும் அலுமினியத்திற்கு 0.33 எனவும் உள்ளது.

பெ. துரைசாமி



## பாய்ம இணைப்பு

ஒரு நீரியல் பாய்மத்தின் முடுக்கம், எதிர் முடுக்கம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு அச்சத் தண்டுகளுக்கு இடையே சுழற்சியை மாற்றப் பயன்படும் ஓர் இணைப்பு, பாய்ம இணைப்பு (fluid coupling) எனப்படுகிறது. இதில் உந்து இயக்கி (impeller) உள்ளீடாக ஓட்டு தண்டிலும், ஓடி வெளியீடாக ஓட்டப்படும் தண்டிலும் பொருத்தியிருக்கும். உந்து இயக்கி, வெளியேற்றியாகவும் (pump) ஓடி, சுழலியாகவும் செயல்படும். உந்து இயக்கியின் சுழற்சி வேகம் மிகுதியாகும்போது இயக்கியிலுள்ள பாய்மம் மையவிலக்கு விசையால் அதன் புற எல்லைக்குப் (periphery) பாய்ந்து ஓடியை அடையும்.



அடிப்படைப் பாய்ம இணைப்பு

பாய்ம இணைப்பில் பயன்படும் இரண்டு அச்சத் தண்டுகளுக்கு இடையே எவ்வித எந்திரவியல் இணைப்பும் இராது. உந்து இயக்கியிலிருந்து வெளியேறும் செயல்பாடு பாய்மம் ஓடியின் சுழலித்தகடுகளில் மோதி அதற்குப் படிப்படியாக இயக்க ஆற்றலை ஊட்டும்.

இரா. இந்து

## பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி

காண்க: காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி

## பாய்ம இயக்கவியல்

இயக்கத்திலுள்ள பாய்மத்தின் இயற்பியலைப் பாய்ம இயக்கவியல் (fluid dynamics) என்று பொதுவாகக் குறிப்பிடலாம். பாய்ம இயற்பியல் இயக்கத்துடன் கூடிய அல்லது நிலையான பாய்மத்தின் எல்லைகள் ஏற்படுத்தும் செயல்பாட்டால், இடப்பெயர்ச்சி அல்லது உருக்குலைவு உண்டாகும்போது அப்பாய்மத்தின் இயக்கத்தை விளக்குகிறது. பாய்ம இயக்கவியலை நீர்ம இயக்கவியல் (hydrodynamics), வளிம இயக்கவியல் (aerodynamics) எனப் பகுக்கலாம்.

தாழ்ந்த மாக் எண்ணுடன் (mach number) (மாக் எண் எனப்படுவது பாய்மத்தின் இயக்க வேகத்திற்கும் ஒலியின் திசைவேகத்திற்கும் உள்ள தகவாகும்) இருக்கும்போது நீர்ம மற்றும் வளிம இயக்கவியல் ஒரே வகையாக விளங்கும். ஆனால் மாக் எண் ஏறக்குறைய 0.5 என்னும் அளவிலும் அதற்கு மேலும் இருக்கும்போது, பாய்மத்தின் இறுகு திறனைக் (compressibility) கருத்திற்கொள்ள வேண்டியுள்ளமையால், அவை சற்று வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

பாய்ம இயக்கவியல் தேற்ற இயற்பியலின் வளர்ச்சிக்கும் (theoretical physics) ஆய்வு முடிவுகளைச் சரிபார்ப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. வழிமுறையை எளிமையாக்கிக் கொண்டு சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காண, சில அனுமானங்களைப் பொதுவாக ஏற்படுத்திக் கொள்ள வேண்டியுள்ளது. அனுமானங்களின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட தீர்வுகளில் தோன்றும் முரண்பாடுகளைப் பாய்ம இயக்கவியல் ஆய்வுகள் மூலம் அறியலாம். முரண்பாடுகளைத் தவிர்க்க ஒரு சில திருத்தங்களைத் தீர்வுகளுடன் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

தேற்ற நீர்ம இயக்கவியல் பிரான்டெல் (prandle) அனுமானத்தின் அடிப்படையிலான பாய்ம இயக்கம் பற்றிய கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காணப் பொருத்தமான வழிகாட்டியாக விளங்குகிறது. பிரான்டெல் அனுமானம் என்பது, தாழ் பாகுநிலை (viscosity) உடைய பாய்மங்களில் பாகுநிலையின் விளைவு, பாய்மத்தின் எல்லையில் ஒரு குறுகிய பகுதியும் வரம்பிற்குட்பட்டு விளங்குகிறது என்பதாகும். எனவே எல்லையோரங்கள் தவிர்த்துப் பாய்மத்தின் எப்பகுதியிலும், அதன் பாகுநிலை, அழுத்தச் செறிவு இவற்றைக் கண்டறிய அப்பாய்மத்தை உராய்வற்றதாக அல்லது பாகுநிலையற்றதாகக் (non-viscous) கருதலாம். எல்லையோரங்களுக்கு

அருகிலுள்ள பாய்மத்தின் இயக்கத்தை எல்லைப் படுகைப் (boundary layer) பாய்ம் இயக்கம் எனலாம். இங்கு, விளிம்போரங்களில் பாய்மத்தின் விளிம்போரங்களைப் பொறுத்த சார்புறு பாகுநிலை சுழியாகும் என்னும் உண்மையும், பாகுநிலையின் விளைவுகளும் கருத்தில் கொள்ளப் படுகின்றன.

நீர்ம இயக்கவியலின் பயன்பாடு இன்று இன்றியமையாமை பெற்றுள்ளது. இதற்குக் காரணம் காந்தப்புலத்தில் பாய்மவியக்கம் (magneto hydrodynamics) என்னும் துறையின் வளர்ச்சியே ஆகும். இதைச் சுருக்கமாக MHD என்பர். பிளாஸ்மாவை ஒரு சிறு துளை வழியே மிக விரைவாகச் செலுத்தி, காந்த இரு முனைகளுக்கு இடையேயுள்ள குறுகிய இடைவெளியில் ஊடுருவிச் செல்லுமாறு செய்யும்போது அவ்விடைவெளியில் இரு வேறு புள்ளிகளுக்கிடையே ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு எழுகின்றது. MHD மின் ஆற்றல் உற்பத்தி முறையில் ஒரு புதிய வழிமுறையை ஏற்படுத்தி யுள்ளது. காடாக: காந்தப் புலப் பாய்ம் இயக்கவியல்.

மெ. மெய்யப்பன்

## பாய்ம் எந்திரவியல்

பாய்மங்கள் பாய்வதன் செயல் முறைகளைப் பற்றி ஆராயும் பிரிவு, பாய்ம் எந்திரவியல் (fluid mechanics) எனப்படும். இதில் ஓர் இறுக்க முடியாத நீர்மத்திற்கான இயக்க விதிகளும், நீர்மத்திற்கும் அதன் எல்லைகளுக்கும் இடையில் நிகழும் இடைவினைகளும் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. நெடுங் காலமாகவே நீர்த் தேக்கம், அணை, மதகு, கரை போன்ற நீரியல் அமைப்புகளும், நீரில் பயணம் செய்யும் கருவிகளும் நடை முறையில் உள்ளன. அவற்றின் செயல்பாடுகளின் மீதான அக்கறையும், அறிவியல் ஆர்வமும் கூடிச் செய்முறையிலும், பகுப்பாய்வு அடிப்படையிலும் பாய்ம் இயக்கவியலைப் பெருமளவு மேம்படச் செய்திருக்கின்றன.

பாய்மங்கள் வெப்ப இயக்கவியல், மின் காந்தவியல் பண்புகளுடன் அடர்த்தி, பாகியல் ஓரின ஈர்ப்பு (cohesion), வேற்றின ஈர்ப்பு (adhesion) போன்ற இயக்கவியல் பண்புகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. பாய்மங்களின் பாய்வுப் புலத்தை லாக்ராஞ்சின் (lagrangian) கண்ணோட்டம், ஆயிலரின் (euler) கண்ணோட்டம் என இருவகைகளில் ஆய்வு செய்யலாம். லாக்ராஞ்சின் கண்ணோட்டத்தில் ஒவ்வொரு பாய்மத் துகளின் இயக்கமும் கவனிக்கப்படுகிறது. ஆயிலரின் கண்ணோட்டத்தில் பாய்மத்தில் ஒவ்வொரு

புள்ளியுடனும் தொடர்பு கொண்ட திசைவேகத் திசையன்கள் (vectors) ஆயப்படுகின்றன. ஒரு பாய்மப் புலத்தின் சிலக் குறிப்பிட்ட இயக்கப் பண்புகளை வெளிக்காட்டுவதில் லாக்ராஞ்சின் முறை வசதியானது. ஆனால் ஆயிலரின் முறை எளிமையும் செயல்திறனும் கொண்டது. பாகியலற்ற கருத்தியல் தன்மையுள்ள பாய்ம் என்பது பாய்ம் இயக்கவியலில் மிகவும் பயனளிப்பதாகும். இத்தகைய பாய்மத்தில் ஏதாவது ஒரு பரப்புத் துண்டை எடுத்துக் கொண்டால் அதன் ஒரு பக்கத்திலிருக்கிற பாய்ம்மம் மற்றப் பக்கத்திலிருக்கிற பாய்மத்தின் மேல் ஒரு செங்குத்தான தகைவு அல்லது அழுத்தத்தைப் பரப்புத் துண்டின் ஊடாகச் செலுத்துகிறது. இந்த அழுத்தத்தின் எண் மதிப்பு பரப்புத் துண்டின் திசைபடு நிலையைப் பொறுத்து இருப்பதில்லை. இவ்வாறு ஒரு திசையன் திசைவேகப் புலத்துடன் ஓர் அளவெண் (scalar) அழுத்தப் புலம் சேர்ந்திருக்கிறது. குறித்துச் சொல்லப்பட்ட எல்லை நிபந்தனைகளுக்கு ஒத்த திசைவேகப் புலங்களையும் அழுத்தப் புலங்களையும் கண்டறிவது பாய்ம் இயக்கவியலில் பெரும் சிக்கலாகும். பாகியலைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது பரப்புத் துண்டுகளுக்குக் குறுக்காக உள்ள செங்குத்துத் தகைவுகள் பரப்பும் துண்டின் திசைபடு நிலையைப் பொறுத்து அமைகின்றன. அத்துடன் தொடுவியல் தகைவுகளும் தோன்றி விடுகின்றன. அளவெண் அழுத்தப்புலத்திற்குப் பதிலாக பண்பன் (tensor) தகைவுப் புலத்தைக் கருத வேண்டியிருக்கிறது. பாய்மத்தின் ஊடாக இயங்கும் ஒரு பொருளில் செயல்படும் விசையையும், உந்தத்தையும் கண்டுபிடிக்க இந்தத் தகைவுகளையோ, அவற்றின் தொகையீடுகளையோ கணக்கிட வேண்டும்.

காற்று, நீர் போன்ற பொதுவான பாய்மங்களின் பாகியல் மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அவற்றின் இயக்கத்தைத் தோராயமாகப் பாகியலற்ற இயக்கமாகக் கொள்ளலாம். ஆனால் எல்லைகளை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் ரெனால்டு எண்கள் பத்துக்கும் குறைவாக இருக்கும் போதும் இந்தக் கருத்தியல் தன்மை பொருந்தாது. ஒரு கலத்தின் சுவரை ஒட்டிய பாய்மப்படலம் அசையாது. அதை ஒட்டி அமைந்த ஓர் எல்லைப் படலத்தில் பாகியல் விளைவுகள் முதன்மை பெறுகின்றன. அப்படலத்திற்குள் கணிசமான சறுக்கத் தகைவுகள் தோன்றுகின்றன. இப்படலத்திற்கு வெளியே பாய்வைப் பாகியலற்ற தன்மையுள்ளதாகக் கருதலாம். சுவரின் திண்ம பரப்பின் மேலுள்ள செங்குத்து அழுத்தம் எல்லைப் படலம் இருப்பதால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எல்லைப் படலத்தின் தடிமன் காரணம் சாரா இயக்கப் பாகியல் குணகத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும் காரணம் சாரா இயக்கப்



பாகியல் குணகம் (coefficient of kinematic viscosity) என்பது சாதாரணப் பாகியல் குணகத்தை அடர்த்தியால் வகுக்கக் கிடைப்பதாகும். எல்லைப் படலம் திண்மப் பரப்பை விட்டுப் பிரிந்து விடாமலிருக்கும்போது மட்டுமே கருத்தியல் பாய்மத்தில் சுழற்சியற்ற இயக்கங்கள் உள்ளனவாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு எல்லைப் படலத்திற்கு வெளியே உள்ள அழுத்தப் பரவீடுகளின் தோராயங்களைக் கணக்கிட முடியும். அவ்வாறு இராதபோது பொருளின் பின்னால் தட அலைகள் (wake) தோன்றி அழுத்தப் பரவீட்டைப் பாதித்துவிடுகின்றன. அதன் பின்னர் ஆய்வுகள் மூலமே அழுத்தப் பரவீட்டைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

ஒரு பாய்மத்தின் இயக்கச் சமன்பாடுகள் (Navier stokes) நேவியர்-ஸ்டோக்ஸ் சமன்பாடுகள் எனப்படும். அவை எளிய பகுதி வகையீடு சமன்பாடுகள் (partial differential equations) ஆகும். ஒரு பாய்மத்தின் திசைவேகத்தை  $u(x, t)$  என்னும் திசையன் சார்பெண்ணால் விளக்க முடியும். பாய்மத்தின் அடர்த்தியை  $P(x, t)$  என்னும் அளவெண் சார்பெண் அளிக்கிறது.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u) = 0$$

என்னும் தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு நிறையின் அழியாமையைக் குறிப்பிடுகிறது. பல பாய்மங்களில் அவற்றின் ஒலியின் திசைவேகத்தைவிடப் பாய்மத்தின் திசைவேகம் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் அடர்த்தி மாறிலியானது. எனவே மேற்காணும் சமன்பாட்டை  $\nabla \cdot \bar{u} = 0$  என எழுதலாம். இத்தகைய பாய்மப் பாய்வுகள் இறுக்க முடியாதவை எனப்படும்.  $\nabla \cdot \bar{u} = 0$  என்பது இறுக்க முடியாத தன்மை நிபந்தனை எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. அது பாய்மப் பாய்வின் தன்மையையே குறிப்பிடுகிறதேயன்றிப் பாய்மத்தின் பண்பை அன்று என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

ஓர் இயங்கும் பாய்மத் துண்டாக்கான உந்தச் சமனீடு பின்வரும் சமன்பாட்டால் அளிக்கப்படுகிறது.

$$\rho \left[ \frac{\partial}{\partial t} + (\bar{u} \cdot \nabla) \bar{u} \right] = -\nabla p + \bar{f}_e + \bar{f}_v$$

இதில்  $\rho$  என்பது அழுத்தம்.  $\bar{f}_e$  என்பது புவிவீர்ப்பு போன்ற வெளி விசைகளால் அலகுப் பருமத்தில் தோன்றும் விசை.  $\bar{f}_v$  என்பது உள்ளிடப் பாகியல் உராய்வின் காரணமாக அலகு பருமத்தில் தோன்றும் விசை. இச்சமன்பாட்டில்  $\bar{f}_v$  மட்டுமே பாய்மத்தின் மூலக்கூற்றுத் தன்மையைப் பொறுத்திருக்கிறது.

சாதாரணமான திசையொத்த பண்புள்ள பாய்மத்துக்கு

$$\bar{f}_v = \eta \nabla^2 \bar{u} + \left( \frac{1}{3} \eta + \eta_v \right) \nabla (\nabla \cdot \bar{u})$$

இதில்  $\eta$  என்பது சாதாரணச் சறுக்கல் பாகியல் எண்,  $\eta_v$  என்பது பாகியலின் பருமக் குணகம். இவை பாய்மத்தின் (empirical) அனுபவப் பண்புகள். இவை வெப்பநிலையையும் அடர்த்தியையும் பொறுத்திருக்கும். வளிமங்களுக்கு இவற்றின் மதிப்புகளை இயக்கக் கொள்கையிலிருந்து கணக்கிட்டு விடலாம். மேற்காணும் பாகியல் உராய்வு விதிக்குக் கீழ்ப்படிகிற பாய்மங்கள் நியூட்டோனியன் பாய்மங்கள் எனப்படும். காற்று, நீர் பெரும்பாலான வளிமங்கள் ஆகியவை சாதாரணமான சூழ்நிலைகளில் நியூட்டோனியன் பாய்மங்களாக இருக்கும். அதிர்வெண் மிகக் கூடுதலாக இருக்கும்போது அனைத்துப் பாய்மங்களிலும் பாகியல் மீள் தன்மை விளைவுகள் தோன்றி அவை நியூட்டோனியன் அல்லாத பாய்மங்களாகி விடுகின்றன. பாலிமர் கரைசல்கள் போன்ற மற்றப் பாய்மங்கள் சாதாரண அதிர்வெண்களிலேயே நியூட்டோனியன் தன்மை அற்றவையாக இருக்கும். ஹீலியம் போன்ற மிகுபாய்மங்களின் பாய்ம் இயக்கவியல் முற்றிலும் வேறுபட்டது.

அனைத்துச் சூழ்நிலைகளிலும் ஒரு திண்மப் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற பாய்மத்தின் திசைவேகம் சுழியாக இருக்க வேண்டும் என்பதே தகுந்த எல்லை நிபந்தனையாகும். இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் கூறலாம். மின்விசிறியின் இறக்கையில் ஒரு மெல்லிய தூசுப் படலம் ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். மின்விசிறியை நீண்ட நேரத்துக்கு வேகமாகச் சுழல விட்ட பின்னரும் அந்தத் தூசுப் படலம் அப்படியே இருக்கும். மின்விசிறி இறக்கையில் ஒட்டியுள்ள காற்றும் அவற்றின் கூடவே சேர்ந்து சுற்றுவதால் அதன் சார்புத் திசைவேகம் சுழியாகித் தூசுத் துகள்களைத் தள்ளிவிட வலிவற்றதாகி விடுகிறது. மிகவும் அடர்த்தி குறைவான வளிமச் சூழல்களில் இந்த எல்லை நிபந்தனைக்கு விதிவிலக்கு ஏற்படக்கூடும். நீர்ம் ஹீலியத்தின் இரட்டைப் பாய்ம் மாதிரியின்படி அதன் சாதாரண ஆக்கக்கூறு இந்த எல்லை நிபந்தனைக்குப் பொருந்துகிறது. ஆனால் மிகுபாய்ம் ஆக்கக்கூறு திண்மப் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்தாலும் தடையின்றி வழுக்கிக் கொண்டு போய்விடுகிறது. பெரும்பாலான பாய்வுகளில் திசைவேகம்  $U$ , பாய்வு நீளம்  $L$ , பாய்ம்ப் பாகியல் எண்  $V$  எனில்,  $UL/V$  என்னும் அளவு ரெனால்டு எண் (Reynold's number) எனப்படுகிறது. இரண்டு பாய்மங்களுக்கு ரெனால்டு எண் சமமாக இருந்தால் அவற்றின் பாய்வுகளும் சமமாக இருக்கும். இது மிகச் சிக்கலான



கலங்கல் ஒட்டத்திற்கும் பொருந்துவதை ஆய்வுகள் உறுதிப்படுத்துகின்றன. ரெனால்டின் எண் சிறியதாக இருக்கும்போது, அதாவது பாகியல் எண் பெரியதாகவும், திசைவேகமோ, பாய்வுநீளமோ குறைவாகவும் இருக்கும்போது பாகியல் தன்மை மேம்பாட்டுச் சிக்கல் எளியதாகவும், நேரடியானதாகவும் ஆகிவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக  $a$  ஆரமுள்ள ஒரு கெட்டிக் கோளத்தைக் கடந்து செல்லும் ஒரு பாய்மப் பாய்வை எடுத்தக் கொண்டால், கோளத்தின் மேல் செயல்படும் இழுப்பு விசையை ஸ்டோக்ஸ் விதி அளிக்கிறது. அதன்படி  $F = 6\pi\eta aU$ . இதில்  $U$  என்பது கோளத்திலிருந்து தொலைவிலுள்ள தன்னிச்சையான பாய்வு வேகம்.  $FU = 6\pi\eta aU^2$  என்பது ஆற்றல் இழக்கப்படும் வீதம். கோளம் பாய்மத்தின் ஊடாக இயங்கும்போது அதிலிருந்து நீண்ட தொலைவு வரை விரிவடைந்திருக்கிற ஒரு திசைவேகப் புலத்தை உண்டாக்குகிறது. பாய்மத்தின் இயக்க ஆற்றல் பாகியல் உராய்வு காரணமாக வெப்பமாக மாற்றப்படுவதால் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. ரெனால்டு எண் பெரியதாக உள்ளபோது பாய்மப் பாய்வு சிக்கலாகிக் கலங்கல் தோன்றுகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

## பாய்மங்களில் அலையியக்கம்

ஒரு பாய்மத்தில் ஓரிடத்தில் ஏற்படும் குழப்பங்கள் அதன் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றப் பகுதிகளுக்குப் பரவ அடிப்படையான செயல்முறை அலையியக்கம் ஆகும். அனைத்து அலையியக்கங்களிலும் நிகழ்வதைப் போலவே இச்செயல் முறையிலும் நிறை ஏதும் நிகரமாக இடப்பெயர்ச்சி அடையாத வகையில் இடக்குழப்பங்கள் ஒரு பகுதியிலிருந்து அடுத்த பகுதிக்குச் செல்கின்றன. இடக்குழப்பங்கள் பயணம் செய்யும் திசை பரவல் திசை எனப்படும். அவை பாய்மத்தைப் பொறுத்துப் பரவுகிற வேகம் பரவல் வேகம் எனப்படும்.

அலை நிகழ்வுகளுக்குப் பலவகையான பயன்பாடுகள் உண்டு. ஆழம் அளவிடுகிற கருவிகள், சோபார் (SOFAR) என்னும் கடலடி வெடிப்புகள் தோன்றும் இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கிற கருவிகள் போன்ற கடல் துறைக் கருவிகள் ஒலிப்பரவல் நிகழ்வையே அடிப்படையாகக் கொண்டவை. சோபார் கருவிகளில் பயன்படுகிற அழுத்த அலைகள் நீருக்குள் நீண்ட தொலைவுக்குப் பரவுகின்றன. நீரில் உள்ள வெவ்வேறு வெப்பநிலைப் படலங்களால் அவை திசைமாற்றம் அடைகின்றன. அலைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் ஒலியை

மிஞ்சும் விமானம், காற்றுப்பூழல், அதிர்ச்சிக் குழாய், ஏவூர்தி எரிதல் அலைவு, அணுகுண்டு வெடிப்பு, பிளாஸ்மாவில் நிகழும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அணுக் கருப்பிணைவுச் செயல், தூய்மைப்படுத்துதல், ஆய்தல் போன்ற பணிகளில் ஈடுபட்ட கேளா ஒலி ஆகியவற்றில் நேரடியான பயன்பாடு உள்ளவை. பாய்மங்களில் அலைகள் திசை மாறவும் விளிம்பு விலகவும் செய்கின்றன. எனவே அவற்றை ஓரிடத்தில் குவித்துச் செறிவு மிக்க ஆற்றல் குவியலைப் பெற முடியும். எடுத்துக்காட்டாக அதிர்ச்சிக் குழாய்களில் ஆற்றல் ஒரு சிறிய துடிப்பாகக் குவிக்கப்படுகிறது. அதனால் ஏற்படும் கிளர்வால் அவ்விடத்தில் உள்ள பாய்மம் ஒளி வீசத்தொடங்கும். கேளா ஒலி அலைகள் குவிக்கப்பட்டுப் பாதரசத் தொட்டிகளில் செலுத்தப்படுவதன் மூலம் பேரளவு கணிப்பொறிகளில் குறுகிய நேர நினைவுக் கருவிகளாகச் செயலாற்றும்.

மேல்நோக்கி எழும்பும் ஓர் ஏவூர்தியிலிருந்து அடுத்தடுத்து வெடிகளை வெடிக்கச் செய்து அதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒலி அலைகளைத் தரையிலிருந்து கொண்டு பதிவு செய்தால் மேல் வளி மண்டலத்திலுள்ள காற்றின் திசைவேகம் அடர்த்தி ஆகியவற்றைப் பற்றிய தகவல்களைப் பெற முடிகிறது. பெட்ரோலியம் இருப்பதைக் கண்டு பிடிப்பதற்காகத் தரைக்கடியில் வெடிகளை வெடித்து நில அதிர்வு அலைகளைப் பதிவு செய்வது போன்ற முறையே இது. மேல் வளிமண்டலத்தில் உள்ள அலைகள் பருவநிலையைப் பாதிப்பதாகத் தெரிய வந்திருக்கிறது. அவற்றைப் பூரியர் முறையில் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம் தொலை நெடுக்க வானிலை முன்னறிவிப்புக்கான முறைகள் பெருமளவு மேம்பட்டுள்ளன. அதிர்ச்சி அலைகள் தன்னிச்சையான வேதி உறுப்புகளை (free radicals) உண்டாக்கவும் சில வேதி வினைகளை வலிய நிகழச் செய்யவும் பயன்படுத்தப் பட்டிருக்கின்றன.

மேற்பரப்பு அலைகள் குறுக்கலைகள் ஆகும். தன்னிச்சையான ஒரு நீர்மப் பரப்பின் மேல் புவிமீர்ப்பு விசையின் செயல் பாட்டால் அவை தோன்றுகின்றன. இதற்கு மாறாக ஒரு பாய்மத்திற்குள் நிகழ்கிற அலையியக்கம், ஓர் இறுக்கக்கூடிய பாய்மத்தில் அடுத்தடுத்துள்ள பாய்மக்கூறுகள் மாறி மாறி அழுத்தப்படுவதாலும் விரிக்கப்படுவதாலும் தோன்றுவது. இத்தகைய நெருக்கங்களும் விலக்கங்களும் அலை பரவும் திசையில் மட்டுமே நிகழ முடியும். எனவே இந்த அலைகள் பெரும்பாலும் நெட்டலைகள் ஆகும்.

ஒரு பாய்மத்திற்குள் உள்ள அலைகளை இறுக்க அலைகள் எனவும் விரிவு அலைகள் எனவும் வகைப்

படுத்தலாம். இறுக்க அலைகள் இறுக்கக் குலைவுகள் காரணமாகவும் விரிவு அலைகள் விரிவு குலைவுகள் காரணமாகவும் தோன்றுகின்றன. குலைவின் வீச்சு, பாய்மத்தின் வேதித் தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலும் பாய்ம அலைகளை வகைப்படுத்த முடியும். எடுத்துக்காட்டாகச் சிறிய வீச்சுள்ள அலைகள், ஒலி அலைகள் எனப்படும். வேதித் தன்மையில் செயலற்றவையான (inert) பாய்மங்களில் தோன்றும் இறுக்க அலைகள் அதிர்ச்சி அலைகள் எனப்படுகின்றன. புவியில் பரவும் அலைகள் நில நடுக்க அலைகள். வெடிக்கக்கூடிய பாய்மங்களில் விரைவான வேதி வினைகள் நிகழ்வதால் தோன்றும் பெரும் வீச்சுள்ள அலைகள் வெடிப்பு அலைகள் ஆகும். அவை ஒலி அலைகளைவிடப் பன்மடங்கு வேகத்துடன் பரவும். வலிமிக்க காந்தப் புலங்களால் சூழப்பட்ட ஒரு மின் கடத்தும் பாய்மத்தில் தோன்றுகிற அலைகள் காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் அலைகள் (magneto hydrodynamic waves) எனப்படுகின்றன.

இயக்கச் சமன்பாடுகளை நேர்போக்காக்குவதன் மூலம் ஒலி அலைச் சமன்பாட்டை வடிவளவில் பெறலாம். ஒரு தள அலைமுகப்பைப் பயன்படுத்துவது நேரடியான முறையாகும். அது வலமிருந்து இடமாக, ஓய்வு நிலையி லிருக்கிற,  $\rho_1$  அடர்த்தியுள்ள ஒரு பாய்மத்தில் பரவுவதாக வைத்துக்கொள்ளலாம். அது  $u_1$  என்னும் சீரான திசை வேகத்துடன் நகர்வதாகக் கொள்ளலாம். ஒரு காட்சிப் பதிவாளர் அதே வேகத்துடன் அலை முகப்பின் கூடவே நகர்ந்தால், அலை முகப்புக்குக் குறுக்காக இடமிருந்து வலமாகச் சீரான வீதத்தில் பாய்மம் பாய்ந்து கொண்டிருப்பதாக உணர்வார். அலை முகப்பிற்கு வலப்புறத்தில் உள்ள பாய்வுத்திசை வேகம்  $u_2$  எனவும், அடர்த்தி  $\rho_2$  எனவும் கொள்ளலாம். நிறை அழியாக் கோட்பாட்டின்படி

$$\rho_1 u_1 = \rho_2 u_2 \quad \text{-----} \quad (1)$$

ஏனெனில் சீரான நிலையில் அலை முகப்பில் பாய்மம் எதுவும் தேங்கி நிற்க முடியாது. மேலும் அலை முகப்புக்குக் குறுக்காகப் பாய்ம உந்தத்தில் ஏற்படுகிற அதிகரிப்பு எதுவும் அதற்கேற்ற வகையில் பாய்ம அழுத்தம்  $\rho_1$ -லிருந்து  $\rho_2$  ஆகக் குறைந்தால் மட்டுமே நிகழ முடியும். எனவே

$$\rho_2 u_2^2 - \rho_1 u_1^2 = P_1 - P_2 \quad \text{-----} \quad (2)$$

பாய்வுத்திசைவேகம், அடர்த்தி, அழுத்தம் ஆகியவை அலை முகப்புக்கு குறுக்காக அடைகிற மாற்றங்கள் ஒன்றைவிட மிகச் சிறியதான பின்னங்களாக இருக்கிற வகையில் குலைவுகள் வலிமை குறைந்தவையாக இருக்குமானால் அவற்றைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்

$$u_2 = u_1 + du$$

$$\rho_2 = \rho_1 + d\rho$$

$$P_2 = P_1 + dP$$

----- (3)

(1), (2) ஆகிய சமன்பாடுகளில் இவற்றைப் பதிலீடு செய்து பெருக்கல் பதங்களைப் புறக்கணித்து விட்டால் பின்வரும் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும்.

$$\rho_1 du + u_1 d\rho = 0 \quad \text{-----} \quad (4)$$

$$2\rho_1 u_1 du = u_1^2 d\rho = -dP \quad \text{-----} \quad (5)$$

இவற்றிலிருந்து  $du$  வை நீக்குவதன் மூலம் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$\delta u_1^2 = dr/dP \quad \text{-----} \quad (6)$$

தொடக்கத்தில் ஓய்வு நிலையிலிருந்த ஒரு பாய்மத்தின் அலை முகப்பு நகருவதாக வைத்துக் கொண்டிருப்பதால், மேற்காணும் முடிவிலிருந்து அலை இயக்கத்தால் பரப்பப்படுகிற சிறிய குலைவுகள் பாய்மத்தைப் பொறுத்து என்னும் ஒளியின் திசைவேகத்துடன் பரவ வேண்டும் எனத் தெரிகிறது.

$$a = u_1 = \sqrt{dP/d\rho} \quad \text{-----} \quad (7)$$

குலைவு  $v$  என்னும் அடிப்படையான அதிர்வெண் உள்ள ஒரு காலாந்தரத் (periodic) தன்மை கொண்டதாக இருந்தால்  $\lambda = a/v$  என்னும் அலை நீளமும் அந்த அலை இயக்கத்துக்கு இருக்கும். 7ஆம் சமன்பாடு பாய்மத்தில் ஒரு சிறிய எந்திரவியல் குலைவால், அடர்த்தியுடன் அழுத்தம் மாறுகிறதைப் பொறுத்தே  $a$  அமைவதாகக் காட்டுகிறது.  $dP/d\rho$  நேரினமாக இருக்கும் வரையில்  $a$  மெய்யாக இருக்கும். ஐசக் நியூட்டன் வேறு ஓர் அணுகுமுறையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிட முதன்முதலாக முயன்றார். அவர் வெப்பநிலை மாற்றமடையாத (isothermal) இறுக்கச் செயல் முறை ஒன்று நிகழ்வதாகக் கற்பித்தம் செய்து கொண்டார். பாயிலின் விதிப்படி ஒரு கருத்தியல் வளிமத்தின் (ideal gas) நிலைச் சமன்பாடு

$$\rho = PRT \quad \text{-----} \quad (8)$$

இதிலிருந்து நியூட்டன் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெற்றார்.

$$a = \sqrt{RT} = \sqrt{\rho/P} \quad \text{-----} \quad (9)$$

ஆனால் ஆய்வுகள் மூலம் காற்றில் ஒலி பரவும் திசைவேகத்தைக் கண்டுபிடித்தபோது அது நியூட்டனின் மதிப்பீட்டைவிடக் கூடுதல் அளவுள்ளதாக இருந்தது. எனவே லாப்லாஸ் ஒலி அலைகள் காரணமாகக் காற்றில் ஏற்படும் இறுக்க விலக்கங்கள் வெப்ப மாற்றீடற்ற (adiabatic) தன்மை



உள்ளவையாக இருக்கலாம் என ஊகித்தார் .  $P\rho^{-1}$  ஒரு மாறிலி என வெப்ப மாற்றீட்டற்ற மாற்ற விதி கூறுகிறது. இதில்  $\gamma$  என்பது மாறா அழுத்த வெப்ப எண்ணுக்கும், மாறாப் பரும வெப்ப எண்ணுக்கும் இடையிலான தகவு  $C_p/C_v$  அழுத்தத்திற்கும் அடர்த்திக்கும் இடையிலான இந்த உறவைப் பயன்படுத்தி லாப்லாஸ் பின்வரும் சமன்பாட்டைக் கொணர்ந்தார்.

$$a = \sqrt{\gamma RT} = \sqrt{\gamma P/\rho} \quad \text{--- (10)}$$

சாதாரணமான சூழ்நிலைகளில் இந்த சமன்பாட்டின் மூலம் கிடைக்கிற மதிப்புகள் ஆய்வுகள் மூலம் கிடைத்த மதிப்புகளுடன் மிகவும் பொருந்தியுள்ளன. இதன் காரணமாகப் பல்வேறு வளிமங்களில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கண்டு பிடித்து  $\gamma$  மதிப்பைக் கணக்கிடுவது ஒரு சிறந்த ஆய்வு முறையாகவே ஆகிவிட்டது. மிக உயர்ந்த அல்லது மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளிலும் அடர்த்திகளிலும் உள்ள நீர்மங்களுக்கும் வளிமங்களுக்கும் வெப்ப மாற்றீட்டற்ற மாற்ற விதி பொருத்தமாக இல்லை. அதேபோல மிக உயர்ந்த அதிர்வெண்ணுள்ள குலைவுகளுக்கும் அது பொருந்து வதில்லை. எனவே அத்தகைய சூழ்நிலைகளில் ஒலியின் திசைவேகத்தை நேரடியான ஆய்வுகள் மூலமாகவோ, இதை விடப் பொருத்தமான வேறு கொள்கைகளின் அடிப்படையிலோ மட்டுமே பெற முடியும். 2000ஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண்ணில் மனிதன் காது உணரக்கூடிய சிறுமக் காலாந்தர அழுத்த வீச்சு  $10^{-3}$  டைன்/செ.மீ.<sup>2</sup> என்னும் அளவில் உள்ளது. அது ஏறத்தாழ  $10^{-9}$  வளி அழுத்தத்திற்குச் சமம். இதற்கு மாறாக இதைவிட ஒரு லட்சம் மடங்கு கூடுதல் அழுத்தம் இருந்தால் மட்டுமே தொடு உணர்ச்சி ஏற்படும். ஒலி பரவலின்போது ஏற்படுகிற அழுத்த ஏற்ற இறக்கங்கள்  $10^{-9}$  முதல்  $10^{-3}$  வரையான வளி அழுத்தங்களுக்குள்ளேயே ஏற்படுகின்றன. எனவே அவற்றைச் சிறிய குலைவுகளாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டது பொருத்தமானதே.

**செயல் மண்டலமும் அமைதி மண்டலமும்.**

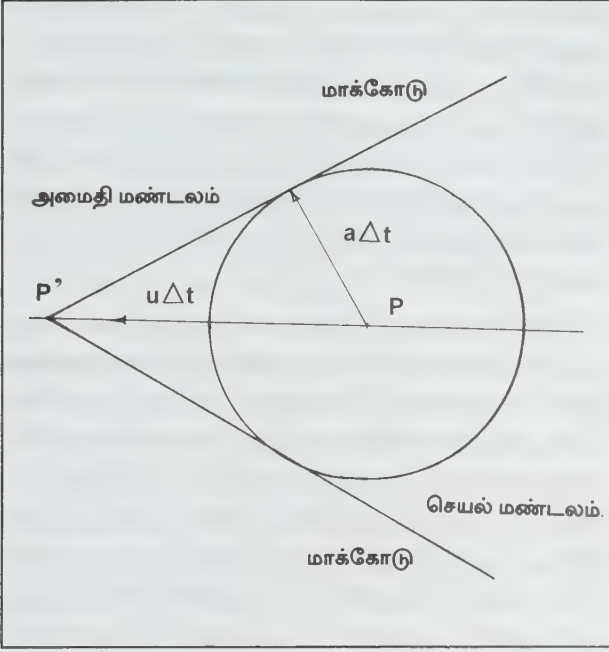
ஒரு பாய்மத்தில் சிறு குலைவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துடன் மட்டுமே பரவ முடியும். பெரிய வீச்சுள்ள குலைவுகளும் இதேபோலவே பரவும். எனவே ஒரு பொருள் ஓய்வு நிலையிலுள்ள பாய்மத்தின் மூலமாக ஒலியை மிஞ்சும் வேகத்துடன் பாயுமானால், பாய்மம் இரண்டு தெளிவான பகுதிகளாக ஓர் எல்லைப் பரப்பால் பிரிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் பொருளின் இயக்கத்தால் பாதிக்கப்பட்டுவிட்ட பகுதி செயல் மண்டலம் எனவும், இதுவரை பாதிக்கப்படாத பகுதி

அமைதி மண்டலம் எனவும் கருதப்படும்

பொருள்  $u$  என்னும் வேகத்துடனும் பாய்மக் குலைவு  $a$  என்னும் வேகத்துடனும் நகர்வதாகக் கொள்ளலாம். பொருள் சீரான நேர்கோட்டுத் திசைவேகத்துடன் நகர்வதாகவும், குலைவின் வீச்சு மிகக் குறைவாக இருப்பதாகவும் கருதலாம். அப்போது  $a$  என்பதை அசையாத பாய்மத்தில் ஒலியின் திசைவேகமாகக் கொள்ளலாம்.  $t$  என்னும் கணத்தில் பொருள்  $p$  என்னும் புள்ளியில் இருக்கும்போது அதனால் உண்டாகும் குலைவுகள் அதிலிருந்து அனைத்துத் திசைகளிலும்  $a$  என்னும் திசைவேகத்துடன் பரவும்.  $\Delta t$  என்னும் நேரம் கழித்துப் பொருள்  $u\Delta t$  என்னும் தொலைவைக் கடந்து  $P'$  என்னும் புள்ளியை அடையும்.  $p$  இல் உண்டாக்கப்பட்ட குலைவு  $a\Delta t$  என்னும் ஆரமுள்ள கோளப்பகுதியில் பரவியிருக்கும்.  $u$ ,  $a$ -யை விடப் பெரியதாகையால் பொருள்  $t$ ,  $t+t\Delta t$  என்னும் கணங்களுக்கிடையில் உண்டாக்கிய குலைவுகள் அனைத்தும்  $\beta = \sin^{-1}(a/u)$  என்னும் அரைஉச்சிக் கோணமுள்ள கூம்புப் பகுதிக்குள் அடங்கியிருக்கும். அந்த கூம்புக்கு  $p'$  உச்சியாகவும்  $pp'$  அச்சாகவும் இருக்கும். இக்கூம்புக்குள் உள்ள மண்டலம்  $t+\Delta t$  என்னும் நேரத்தில் செயல் மண்டலம் ஆகும். அதற்கு வெளியில் உள்ள பகுதி முழுவதும் அமைதி மண்டலம். பொருளின் திசைவேகத்துக்கும் ஒலியின் திசைவேகத்துக்கும் இடையிலுள்ள தகவான  $u/a$  பொருளின் மாக் எண் (Mach number) எனப்படும். அதை  $M$  என்னும் எழுத்தால் குறிப்பது வழக்கம். அது ஒன்றைவிடக் குறைவாய் இருந்தால் ஒலியை மிஞ்சாத இயக்கம் எனவும் ஒன்றுக்குச் சமமாக இருக்கும்போது ஒலி நேர்வேக இயக்கம் எனவும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டதாக உள்ளபோது ஒலிமிஞ்சும் வேக இயக்கம் எனவும் குறிப்பிடப்படும்.  $M$  ஒன்றை விட மிகவும் அதிகமாயிருந்தால் அது மிகு ஒலி மிஞ்சும் இயக்கமாகும். ஒலி மிஞ்சாத வேக இயக்கத்தின்போது செயல் மண்டலம் பாய்ம ஊடகம் முழுவதும் பரவியிருக்கும். ஒலி நேர்வேக இயக்கத்தின் போது பாயும் துகளின் முனைக்குத் தொடுவியலான தளத்திற்குப் பின்னாலிருக்கிற பகுதியில் செயல் மண்டலம் அமையும். மிகு ஒலி மிஞ்சும் வேக இயக்கத்தில் செயல் மண்டலம் பொருளின் பாதையை ஒட்டி ஒரு மெலிந்த கூம்பாக அமைந்திருக்கும்.

**பெரிய வீச்சுள்ள அலைகள்.** இயல்பு ஒளியியலில் ஒரு பரவலான ஒளி மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் சிற்றலைகளை ஹைகன்ஸ் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் மேற்பொருத்த முடியும். ஆனால் பாய்ம அலை இயக்கத்தில்





பாய்மத்தில் அலையியக்கம்

குலைவு சிறியதாக ஒலி அலைகளை உண்டாக்குகிற அளவில் இருந்தால் மட்டுமே இத்தகைய மேற்பொருத்தல் இயலும். அலைவீச்சுகள் மிகுந்திருக்கும்போது, பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் நேர்போக்கான தன்மையில் இல்லாதிருப்பதையும் கொள்ள வேண்டும்.

ஒரு நீண்ட குழாயில் ஓய்வு நிலையிலிருக்கிற ஒரு வளிமம் நிரப்பப்பட்டிருப்பதாகக் கருதலாம். அதன் ஒரு முனையில் நகரக்கூடிய உந்துதண்டு (piston) உள்ளது. அது திடீரென ஒரு சிறு திசைவேகத்துடன் வளிமத்தை நோக்கி நகர்வதன் விளைவாக ஓர் இறுக்க அலை தோன்றிக் குழாயில் ஒலியின் திசைவேகத்துடன் பரவுகிறது. இந்த அலை வெளித் தோன்றியவுடன் உந்துதண்டின் திசைவேகம் சிறிது அதிகரிப்பதாகக் கொள்ளலாம். அப்போது ஓர் இரண்டாம் இறுக்க அலை தோன்றி முதல் அலையின் பின்னாலேயே குழாயினுள் பரவும். முதல் அலையின் குறுக்காக அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவையும் ஒலியின் திசைவேகமும் சிறிதளவு உயர்ந்திருக்கும். மேலும் முதல் அலைக்குப் பின்னாலிருக்கிற வளிமம் உந்துதண்டின் திசைவேகத்துடன் நகர்ந்து கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு இரண்டாம் அலை ஒரு நகரும் ஊடகத்தில் பயணம் செய்கிறது. அதன் திசைவேகம் முதல் அலையினுடையதை விடச் சற்றே கூடுதலாக இருக்கும். எனவே அது முதல் அலையை விரைவாக எட்டிப்

பிடித்துவிடும். உந்துதண்டின் வேகம் படிப்படியாக உயர்ந்து கொண்டே போகுமானால் அடுத்தடுத்து வருகிற சிற்றலைகள் படிப்படியாக அதிகரிக்கிற திசைவேகங்களுடன் வளிமத்தில் பரவும். எனவே பிஸ்டன் இயக்கத்திலிருந்து வெளிப்படும் தொகுபயன் இறுக்கத்துடிப்பு மேம்பட, மேம்பட அதன் வடிவத்தின் சாய்வு அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். இதே போலப் படிப்படியாக வேகம் குறைகிற ஓர் உந்துதண்டின் இயக்கம் ஒரு விரிவு துடிப்பை உண்டாக்கும். அது மேம்பட, மேம்பட அதன் வடிவம் தட்டையாகிக் கொண்டே போகும். இவ்விரு செயல் முறைகளுக்கும் இடையில் இவ்வாறு ஒரு சமச்சீர்மை இராத காரணத்தால் பெரிய வீச்சுள்ள இறுக்க அலைகளான அதிர்ச்சி அலைகள் தோன்றுகின்றன. இவை இயற்கையில் விரிவு அலைகளைவிடப் பெருமளவில் உணரப்படக்கூடியவை. அதிர்ச்சி அலைகளின்போது பாய்ம அடர்த்தி, அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவை அலைப்பரவல் திசையில் மிக வேகமாக மாறுகின்றன. குண்டு வெடிப்புகள் அதிர்ச்சி அலைகளாகவே தொடங்குகின்றன.

நில நடுக்க அலைகள் தரையின் ஊடாகப் பரவுகின்றன. அவை இயற்கையில் புவிப் பொருக்கில் உள்ள பிழைகள் மாறி அமைவதாலும், செயற்கையான வெடிகளாலும் தோன்றுகின்றன. அவை பரவுகிற விதத்தை வைத்து அவை தரையுள் பரவு அலைகள் (body waves) எனவும், மேற்பரப்பு அலைகள் (surface waves) எனவும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. புவிக்குள்ளாகப் பரவுகிற உட்பரவு அலைகளை விரிவு (நெடுக்கு) அலைகள் (dilation waves) எனவும், சறுக்கு (குறுக்கு) அலைகள் (shear waves) எனவும் பிரிக்கலாம். விரிவு அலைகள் ஓர் இறுக்கக்கூடிய பாய்மத்தில் தோன்றுகிற ஒலி அலைகளைப் போன்றவை. சறுக்கு அலைகள் பெரும் மீள் திறன் கொண்ட திண்மம் சறுக்க வினைகளை வலிவுடன் எதிர்ப்பதால் தோன்றுகிறவை. ஒரு குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் விரிவு அலைகளின் திசை வேகம், சறுக்கு அலைகளினுடையதைவிட வழக்கமாக ஏறக்குறைய இரு மடங்குக்கு மேலிருக்கும். தொலைவில் நிகழ்ந்த ஒரு நில நடுக்கத்திலிருந்து வரும் மேற்பரப்பு அலைகள் எப்போதும் விரிவு அலைகளும், சறுக்க அலைகளும் வந்து சேர்ந்த பிறகே ஓரிடத்துக்கு வருகின்றன. நிலநடுக்கப் பதிவுக் கருவிகளில் அவற்றால் ஏற்படும் குறிப்பலைகளின் (signals) வீச்சு மற்றக் குறிப்பலைகளினுடையதைவிட மிகுந்துள்ளது. அலை பரவல் திசைவேகங்களுக்கும், பல்வேறு ஊடகங்களின் எந்திரவியல் பண்புகளுக்கும் இடையிலான உறவுகள் நன்கு தெரிந்தவை. அவற்றின் மூலம் நில நடுக்கவியலார் புவியின் உட்பகுதி

யிலுள்ள கட்டமைப்பைப் பற்றிய மதிப்பு மிக்க விவரங்களைச் சேகரித்துக் கனிவளத் தேட்டம் போன்ற நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Crawford, Waves, McGraw Hill Co., New York, 1965.

## பாய்மத் திரிபியல்

பருப்பொருள்கள் பாய்தலையும் அவற்றின் வடிவங்களில் ஏற்படும் திரிபுகளையும் பற்றிப் பயிலுவது பாய்மத் திரிபியல் (rheology) எனப்படுகிறது. பருப்பொருள்கள் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளிலிருக்கும்போது அவற்றின் அடர்த்தியும், அவை திரிபு அடையும் அளவும் கணிசமான அளவில் வேறுபடுகின்றன. ஒரு பொருளின் அடர்த்தி குறைவாக இருக்கும்போது எளிதாக உருமாற்றம் அடையும். ஒரு வளிமம் பாயும்போது அதில் அதிக வேகத்துடன் செல்லும் ஒரு படலத்துக்கும் அதை அடுத்துள்ள குறைந்த வேகத்துடன் செல்லும் ஒரு படலத்துக்கும் இடையில் மூலக்கூறுகள் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுவதன் காரணமாக வளிமத்திற்குப் பாகியல் என்னும் பண்பு தோன்றுகிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வளிம மூலக்கூறுகள் ஒரு படலத்திலிருந்து அடுத்த படலத்துக்கு இடப்பெயர்ச்சி அடைவது கூடுதலாகிறது. எனவே வெப்பநிலை உயரும்போது ஒரு வளிமத்தின் பாகியலும் உயருகிறது. இதற்கு எதிரிடையாகத் திண்மங்களும், நீர்மங்களும் உயர் வெப்ப நிலையில் மிகு பாய் திறனைப் பெறுகின்றன. அவற்றின் பாகியல் குறைகிறது.

இயற்கையாக விளங்கும் படிகங்களைவிட லட்சியத் தன்மையான அமைப்புள்ள படிகங்கள் பன்மடங்கு வலிவுள்ளவையாக இருக்க வேண்டுமெனத் தத்துவ அடிப்படையிலான கணக்கீடுகள் காட்டுகின்றன. இயற்கையான படிகங்களில் பலவிதமான பிழைகள் இருப்பதன் காரணமாக அவற்றின் வலிமை குறைந்து, அவற்றில் திரிபு ஏற்படும் வாய்ப்பு கூடுதலாகிறது. படிகத்தில் உள்ள அணுக்கள் மிகச் சரியான வகையில் வரிசையாக அமைந்து அணுக் கோவையாக அணி வகுத்துள்ளன என்று கற்பனை செய்து கொண்டால் படிகத்தின் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளை எளிதாகக் கணக்கிட்டுவிட முடிகிறது. ஆனால் இத்தகைய லட்சிய அணுக்கோவை மாதிரியின் மூலம் படிகங்களின் பாய்மத் திரிபியல் பண்புகளைக்

கண்டுபிடிக்க முடியாது. அணுக் கோவையிலுள்ள குறைபாடுகளின் எண்ணிக்கையையும் தன்மையையும் கொண்டே படிகத்தின் பாய்மத் திரிபியல் பண்புகளைக் கணக்கிட முடியும். அணுக்கோவைகளில் பல வகையான காலியிடங்கள் இருக்கக் கூடும். அணுக் கோவையில் அணுக்களுக்கு இடையில் கூடுதலான அணுக்களும் இருக்க முடியும். இவையனைத்தும் படிகத்தில் உள்ள பிழைகளாகக் கருதப்படவேண்டும்.

திண்மங்களைவிட நீர்மங்கள் மிக எளிதாகப் பாயக் கூடியவை. சாதாரணமாக திண்மங்கள் உருகி நீர்மமாக மாறும் போது அவற்றின் பருமத்தில் சராசரியாக 10% அதிகரிப்புத் தோன்றுகிறது. இதன் காரணமாக அணுக்கோவைப் பிழைகளின் எண்ணிக்கை கணிசமாக மிகுதியாகிறது. நீர்மங்கள் மிகு எளிதாகப் பாய்வதற்கு இதுவே காரணம். இந்தப் பொது விதிக்குப் பனிக்கட்டி ஒரு விலக்கு. அது உருகி நீராக மாறும் போது அதன் பருமத்தில் 10% குறைவு ஏற்படுகிறது. பனிக்கட்டியின் ஒரு வகைப் படிக உருவில் அமைந்துள்ள நான்முக ஹெட்ரஜன் பிணைப்புக் கட்டமைப்பு மாறி, நீர்ம நிலையில் நெருக்கமாக அணுக்கள் அமைந்த கட்டமைப்புத் தோன்றுவதால் பனிக்கட்டி உருகும்போது அதன் பருமத்தில் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது. இந்தப் பருமச் சுருக்கத்தின் விளைவாக 0°C வெப்பநிலையில் உள்ள நீர் ஏறத்தாழ 17 மில்லி பாய்ஸ் அளவுக்குப் பாகியல் குணகம் பெற்றிருக்கிறது. சாதாரண நீர்மங்களும் ஏறத்தாழ இதே அளவில் இயல்பான பாகியல் குணகங்களைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு பாய்ஸ் என்பது ஒரு டைன்-நொடி/ச.செ.மீ. என்னும் அளவுக்குச் சமமான பாகியல் அலகாகும்.

பிழைகளிலிருந்து தோன்றும் இயல்பாற்றல் (entropy), வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் பெருக்கு தொகை, இப்பிழை களைத் தோற்றுவிக்கத் தேவைப்படுகிற வெப்பத்திற்குச் சமமாகிற வெப்பநிலையில் ஒரு திண்மம் உருகி நீர்மமாக மாறும். அந்த வெப்பநிலை அதன் உருகுநிலை எனப்படும். உலோகங்கள் உருகும்போது அவற்றின் பருமத்தில் 3% அளவுக்கே விரிவு ஏற்படுகிறது. மற்றப் பொருள்களில் இந்த விரிவு 10% அளவிலிருக்கும். பிற பொருள்களில் மூலக்கூறுகள் அயனியாக்கம் அடைவதில்லை. ஆனால் உலோகங்கள் உருகும்போது அவற்றின் மூலக்கூறுகள் அயனிகளாகப் பிரிகின்றன. அவற்றில் நேர்மின் அயனி, எளிய அணுவின் பருமத்தில் ஏறத்தாழ மூன்றில் ஒரு பங்கே பெற்றிருக்கிறது. அந்த அயனிகள் கூடுதலான சமநிலை பெறத் தேவையான இடம் அணுக்களுக்குத் தேவைப்படுவதில்



மூன்றில் ஒரு பங்கு இருந்தால் போதும். உலோகங்கள் உருகும் போது குறைவான விரிவு ஏற்படுவதற்கு இதுவே காரணம்.

இதற்கு மாறாக உப்புகள் உருகும்போது 22% பரும விரிவு அடைகிறது. அவற்றில் புதிய சமநிலை ஏற்பட அணுக்களுக்குத் தேவைப்படுவதைப் போல இரண்டு மடங்கு அதிகமான இடம் தேவைப்படுவதே இதற்குக் காரணம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு சோடியம் குளோரைடு படிகத்தில்  $\text{Na}^+$  அயனியும்  $\text{Cl}^-$  அயனியும் தனித்தனியாகச் சமநிலையில் இருக்கத் தேவையானதைவிட உருகிய நிலையில் சோடியம் குளோரைடு மூலக்கூறு சமநிலையில் இருக்கக் கூடுதல் இடம் தேவைப்படும்.

ஏறத்தாழ அனைத்து எளிய பொருள்களுக்கும் உருகுநிலையில் உள்ள நீர்மங்களின் பாகியல் குணகம் தோராயமாக இரண்டு சென்டி பாய்ஸ் அளவில் உள்ளது. இதிலிருந்து ஓர் அமைப்பின் பாகியல் குணகம் அந்த அமைப்பின் கட்டமைப்பைப் பொறுத்திருப்பது புலனாகிறது. மேலும் பாகியல் குணகத்தின் தலைகீழ் மதிப்பான பாய்திறன் (fluidity) மூலக்கூற்றுப் பருமத்தின் ஒரு நேர்போக்குச் சார்பாக (linear function) அமைந்திருப்பது இக்கருத்துக்கு வலிவூட்டுகிறது.

பாகியல் பாய்வு ஏற்படத் துளைகள், காலியிடங்கள் இன்றியமையாதவை. அழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது ஓர் அமைப்பில் உள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கை குறையும். எனவே அழுத்தம் உயரும்போது சாதாரணமாகப் பாகியல் அதிகரிக்கிறது. அழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது பாகியல் உயருகின்ற தன்மையிலிருந்து, ஒரு மூலக்கூறு பாகியல் தன்மையில் பாயத் தேவையான காலியிடம், ஏறத்தாழ அதன் இயல்பான பருமத்தின் ஏழில் ஒரு பங்கு அளவுக்கு இருக்கவேண்டும் எனத் தெரிகிறது. இத்தகைய காலியிடங்களை உண்டாக்க வளிமமாதல் வெப்பத்தில் ஏறத்தாழ மூன்றில் ஒரு பங்குக்குச் சமமான அளவில் செயலாக்க ஆற்றல் தேவைப்படும் என வெப்பநிலையுடன் பாகியல் குணகம் மாறுகிற பாங்கு காட்டுகிறது. அழுத்தம் உயர்வதும் வெப்பநிலை குறைவதும் சாதாரணமாகப் பாகியல் குணகத்தை அதிகரிக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் காரணமாகக் கட்டமைப்பில் கணிசமான மாற்றங்கள் ஏற்படுகிற திகழ்வுகள் அரிதாகத் தோன்றுவதுண்டு. அத்தகைய திகழ்வுகளில் அழுத்த உயர்வும், வெப்பநிலைக் குறைவும் பாகியல் குணகத்தை அதிகமாக்காமல் போகலாம். எடுத்துக்காட்டாக,  $0^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையில் உள்ள நீரின் மேலுள்ள அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் அதன் பாய்திறன்

உயர்கிறது. நான்முக ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு நிலைமாறி அணுக்கள் நெருங்கக் கூடிய கட்டமைப்பு தோன்றுவதே இதற்குக் காரணம். இவ்வகைக் கட்டமைப்பு எளிதாகப் பாயும் தன்மை கொண்டிருக்கிறது.

பொதுவாக சல்ஃபர்  $113^\circ\text{C}$ -இல் உருகும்போது அது வைக்கோலின் நிறத்தில், 8 அணுக்கள் கொண்ட வளையங்கள் அடங்கிய கட்டமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். இதில் அதிகமான பாய் திறனுள்ளது. ஆனால் அதை ஏறத்தாழ  $160^\circ\text{C}$ க்கு வெப்பப்படுத்தினால் அது ஆயிரக்கணக்கான சல்ஃபர் அணுக்கள் சங்கிலித் தொடர்களாக அமைந்த பலபடிக் கட்டமைப்புள்ள, கரிய நீர்மமாகிவிடும். இதனால் அதற்குப் பாகியல் எண் கூடுதலாகிவிடும். மசகு பொருள்களில் (lubricants) உயர் பலபடிப் பொருள்களைக் (polymers) கலப்பதன் மூலம் அவை வெப்பநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படாமல் செய்யலாம். அந்தப் பலபடிகள் மிகக்குறைந்த கரை திறனுள்ளவையாக இருக்கும். வெப்பநிலை உயரும்போது அவை விரிந்து நீளும். அதன் காரணமாக வெப்பநிலை உயரும்போது நீர்மங்களின் பாகியல் குணகம் குறைவதால் ஏற்படும் விளைவு ஈடு செய்யப்படும்.

நேர்கோட்டு வடிவ உயர் பல படிகளின் நிலை மாறும்போது, அவற்றின் தொடர்களின் நீளத்திற்குச் செங்குத்தான திசைகளில் மட்டுமே துளைகள் உண்டாகும். இவ்வாறு ஒரு நேர்கோட்டு வடிவப் பலபடி இரண்டு திசைகளில் உருகினாலும் சங்கிலித் தொடரின் நீளவாக்கில் மட்டும் திண்மப் பண்புகளைத் தக்க வைத்துக் கொள்கிறது. இதன் விளைவாக ஒரு வேளையில் ஒரு துண்டை மட்டும் நெளிப்பதன் மூலம் உயர் பலபடித் தொடர்கள் விரிவடை கின்றன. ஒரு துண்டின் அளவுக்குச் சமமான பரிமாணமுள்ள மூலக்கூறுக்கு உள்ள பாகியலின் அழுத்த விரிவுக் குணகமும், வெப்பநிலை விரிவுக் குணகமும் அந்தப் பலபடிக்குமும் இருப்பதிலிருந்து இது தெரிய வருகிறது. துண்டுகளின் இயக்கங்களின் தொடர்புகளுக்கு இணையான ஓர் எதிரின், செயலாக்க இயல்பாற்றல் உள்ளமையால் ஓர் உயர் பலபடியின் பாகியல் குணகம் மூலக்கூறுகளுக்கு இருப்பதைவிடப் பன்மடங்கு மிகுதியாக இருக்கிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

## பாய்ம நிலையியல்

நிலையான நீர்மங்களும் வளிமங்களும் செலுத்தும் விசையையும் அழுத்தச் செறிவையும் காண உதவும் ஓர் அளவியல், பாய்ம



நிலையியல் (fluid statics) ஆகும். நீர் நிலையியல் என்பது நீருக்கும் ஏனைய நீர்மங்களுக்கும் பொருந்தும். பாய்ம விசை ஒரு பரப்பின் மீது செயல்படும்போது அது பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.

P-என்பது பாய்மம் ஒன்றின் தனி அழுத்தச் செறிவையும், r-என்பது அதன் எடை எண்ணையும், Z-என்பது மேல் நோக்கிச் செங்குத்தாக ஏற்படும் ஏற்றத்தையும் குறித்தால் பாய்மத்தின் மிகச்சிறிய துண்டின் சமநிலைக்குப் பின்வரும் சமன்பாடு பொருந்தும்.

$$dP = -rdz \quad \text{---- (1)}$$

நீர்மங்களுக்கு r-என்பது ஒரு மாறிலியாகும். எடை எண் பாய்மத்தின் ஓரலகு பருமனுக்கான எடையைக் குறிக்கும். ஏற்றம் அதிகரிக்கும்போது அழுத்தம் குறையும் என்பது சமன்பாடு (1) மூலம் தெரிகிறது. இது நீர்மங்களுக்கு பொருந்தும். வளிமங்களுக்கு வேறு விதமான சமன்பாடு எழுதப்படும். வெப்பமாறா வளிமத்திற்கு

$$P = P_0 \exp [-(z-z_0)/(P_0/r_0)] \quad \text{---- (2)}$$

இங்கு  $P_0$ ,  $r_0$  ஆகியவை  $Z_0$  என்னும் ஏற்றத்திற்குரிய P, r-மதிப்புகளாகும்.

வளிமண்டலத்தின் தனிவெப்பநிலை, ஏற்றத்தைப் பொறுத்துக் குறையுமாதலால்

$$T = T_0 - \beta z; \quad \beta \text{ ஒரு மாறிலி} \quad \text{---- (3)}$$

$P/r = RT$  என்பது பொதுவான வளிம விதியாகும். R-என்பது வளிம மாறிலி. இதன் மூலம், எடை எண் கீழ்க்காணுமாறு தரப்படும்.

$$r = P/R (T_0 - \beta z) \quad \text{---- (4)}$$

இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, அழுத்த மாறுபாடு பின்வருமாறு தரப்படும்.

$$P = P_0 (1 - \beta z / T_0)^{1/R\beta}$$

இங்கு  $P_0, T_0$  ஆகியவை  $z = 0$  என்னும் நிலைக்குரிய அழுத்த, வெப்பநிலை மதிப்புகளாகும்.

பாய்ம அழுத்த அளவீடு என்பது பெரும்பாலான பாய்மக் கருவிகளில் பயன்படுகிறது. அழுத்த அளவியில் நீர்ம மட்ட உயர்வைக் கொண்டு அழுத்தம் கணக்கிடப்படுகிறது. இங்குப் பாய்ம நிலையியல் விதிகள் பயன்படுகின்றன.

சமதளப் பரப்பின் மேல் செயல்படும் பாய்ம விசைகளைக் கணக்கிடப் பரப்பை dA -பரப்பளவு கொண்ட சிறு சிறு துண்டுகளாகப் பிரிக்கலாம். பின்னர் P.dA மதிப்பைத்

தொகைப்படுத்தினால் விசை கிடைக்கும். நீர்மங்களுக்கு அழுத்தம், பரப்பளவு இவற்றின் பெருக்கு தொகையைக் கணக்கிட்டால் விசை கிடைக்கும். செயல்படும் விசை முழுமையும் நீர்மத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளி வழியாக அமையும். அப்புள்ளி அழுத்த மையம் எனப்படும். அழுத்த மையம் மிதவைப் பொருள்களின் சமநிலையை வரையறுக்க உதவும் ஓர் அளவையாகும். வளை பரப்பின் மேல் செயல்படும் பாய்ம விசை கணக்கிடப்பட வேண்டுமானால், பரப்பைக் கிடைத்தள மற்றும் செங்குத்துக் கூறுகளாகப் பிரிக்கவேண்டும். இக்கூறுகளில் கிடைக்கப் பெறும் விசை, திசையன்களின் விளைவுறு மதிப்பே மொத்த விசையாகும்.

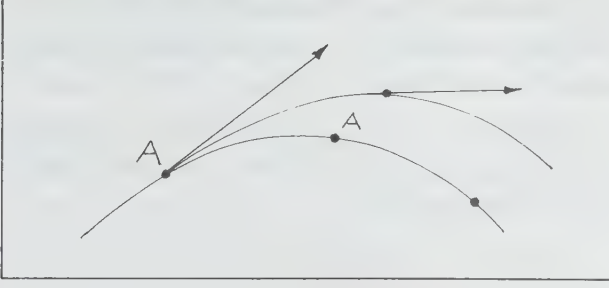
பாய்ம நிலையியலில் ஆர்க்கிமிடீஸ் என்பார் அளித்த இன்றியமையாகக் கொள்கை ஒன்று உள்ளது. ஒரு பொருள் நீர்மம் ஒன்றில் முழுவதும் மூழ்கி இருக்கும்போது அது இழப்பதாகத் தோன்றும் எடையும், இடம் பெயர்ந்த நீர்மத்தின் எடையும் சமம் என்னும் அவ்விதியைப் பயன்படுத்தி, திண்ம மற்றும் நீர்மப் பொருள்களின் அடர்த்தியையும் ஒப்பிடத்தியையும் கணக்கிடலாம்.

எஸ். பாண்டி

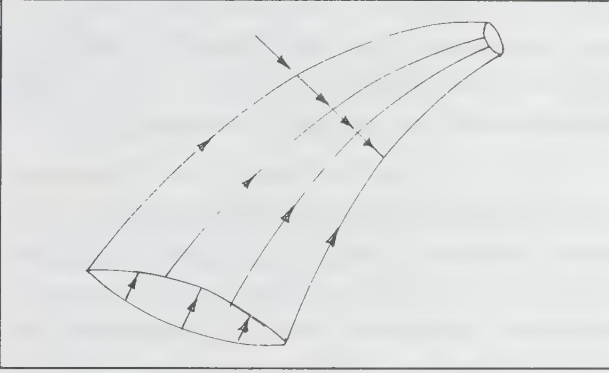
## பாய்மப் பாய்வு

திண்மப் பொருளில் இயக்கத்தைத் திசைவேகத்தில் குறிப்பதால், அதன் திசைவேகத்தை மட்டும் அளந்தால் போதுமானதாகும். ஆனால் பாய்மப்பாய்வு அல்லது பாய்ம ஓட்டத்தைப் (fluid flow) பொறுத்தவரை அவற்றின் மூலக்கூறுகள் பெறக்கூடிய திசைவேகத்தைப் பொறுத்தே, பாய்மப் பாய்வு அமையும். எனவே பாய்மத்துக்கள்களின் பாய்வு, திசைவேகத்தின் பரிமாணத்தால் ஒரு பாய்மத்துகளைத் தனித்துத் தொடர்ந்து சென்று அதன் இயக்கத்தை அறிய இயலாது. எனவே ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் திசைவேக மாறுபாடு கண்டறியப்படுகிறது. வெவ்வேறு புள்ளிகளிலிருந்து பாய்ம ஓட்டத்தைக் கவனித்தால் மாறுபட்ட திசைவேகத்தால் மாறுபட்ட முடுக்கத்திற்குள்ளாகும் பாய்மத் துகள்களின் இயக்கத்தால், பாய்மத்தின் ஓட்டம் வேறுபட்டிருக்கும். எனவே, பாய்மத்தின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியிலுள்ள திசைவேகம் அதன் பாதையில் பாய்மத் தனிமத்திற்கு ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சிக்கும் நேரப் பெருக்குக்குமுள்ள (increment) விகிதமேயாகும்.

பாய்மப் பாய்வு கோடுகளின் வகை. பாய்ச்சலுக்குள்ளாகும் பாய்மத்தின் எண்ணற்ற துகள்கள், பாய்மக் குணங்களுக்கும், பாயும் பாதையின் வடிவத்திற்கும் ஏற்ப, சில



படம் 1. பாதைக்கோடு



படம் 2. இழைக்கோடு

குறிப்பிட்ட கோடுகளின் ஊடே நகரக் கூடியதால் பல்வேறு வகைப் பாய்வுக் கோடுகள் தோன்றுகின்றன. அவற்றில் பின்வரும் பாய்மப்பாய்வு கோடுகள் முதன்மையானவையாகும்.

**பாதைக்கோடு.** ஒரு பாய்மத்துகள் பாய்வுப் புலத்தில் ஒரு கால அளவில் அது செல்லும் பாதைக்குப் பாதைக்கோடு (path line) என்று பெயர். இக்கோடு தன்னைத்தானே எத்தனை முறை வேண்டுமானாலும் வெட்டிக் கொள்ளக் கூடியது (படம்.1).

**இழைக்கோடு.** பாய்மப் பாய்வு புலத்திலுள்ள ஒரு கற்பனைக் கோட்டில் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் வரையப்படும் தொடுகோடு அந்தப் புள்ளியில் அப்புலத்திலுள்ள திசைவேகத்தை எந்த ஒரு நொடியிலும் குறிக்குமாயின் அக்கற்பனைக் கோட்டிற்கு இழைக்கோடு (stream line) என்று பெயர். ஓர் இழைக்கோடு காலத்தால் அதன் அமைப்பையும் இடத்தையும் மாற்றாமல் இருந்தால் பாதைக்கோடும் இழைக்கோடும் ஒன்றாகும்.

**இழைக்கோட்டின் இயல்பு.** இக்கோடுகள் காந்த மண்டலத்தைப் போன்ற விசைப்புலத்திலுள்ள விசைக்

கோடுகளின் தன்மையை ஒத்தவை. இரண்டு இழைக் கோடுகள், ஒன்றையொன்று தனிப்புள்ளியைத் (singularity) தவிர ஏனைய எந்த இடத்திலும் சந்திக்கா. பாய்மம் இழைக்கோட்டை ஊடுருவிப் பாயாமையால் இரண்டு இழைக்கோடுகளுக்கும் இடையேயுள்ள பாயுவீதம் (discharge) ஒரு பாய்வுப் புலத்தில் மாறாது.

எங்கெல்லாம் எல்லை, படிப்படியாக மாறுகிறதோ அங்கெல்லாம் பாய்மத்தின் திசைவேகம் இழைக் கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவிற்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். இக்கோடுகளைப் பற்றிய கருத்துக்கள் இழைப்பரப்பிற்கும் இழைக் குழாய்களுக்கும் பொருந்தும்.

**கீற்றுக்கோடு.** பாய்ச்சல் புலத்தில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து தொடர்ச்சியாக வெளிப்படும் பாய்மத் துகள்கள் ஒரு கால அளவில் உண்டாக்கும் கோட்டிற்குக் கீற்றுக்கோடு (streak line) என்று பெயர். ஒரு புகை போக்கியிலிருந்து வரும் துகள்களால் உண்டாக்கும் புகைக்கோடு இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். ஒரு நிலையான, சீரான பாய்வில் இம்மூவகைக் கோடுகளும் ஒன்றாக இருக்கும். ஆனால் நிலையற்ற ஓட்டத்தில் இக்கோடுகள் வெவ்வேறாக இருக்கும்.

**பாய்மப் பாய்வின் பாகுபாடு.** பாய்வுப் புலத்தில் திசைவேகம், அழுத்தம், அடர்த்தி, வெப்பநிலை போன்ற பாய்மப் பண்புகள் இடத்தாலும், நேரத்தாலும் வேறுபடக் கூடியவை. எனவே பாய்மப் பாய்வின் இனவாரிப் பிரிப்பு பின்வரும் ஏதாவதொரு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கும். அவை பலவகைப்பட்ட பாய்மத் துகள்கள் நகரும் முறை, பாய்ம ஓட்டத்தில் திசைவேக மாற்ற முறை என்பவை.

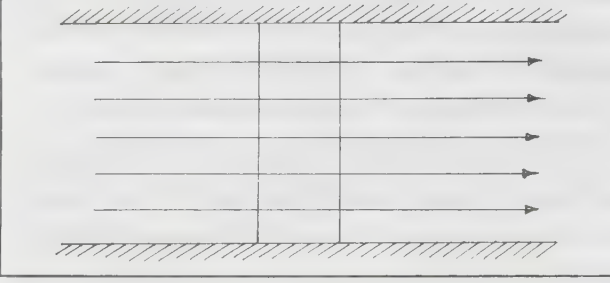
**நிலையான ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்வில் திசை வேகம், அழுத்தம், அடர்த்தி, வெப்பநிலை போன்ற பாய்மப் பண்புகள் நேரத்தால் மாறாதிருந்தால் அது நிலையான ஓட்டம் (steady flow) எனப்படுகிறது. ஓட்டம் நிலையாகவும், சீராகவும் இருக்கும்போது இழைக்கோடு, பாதைக்கோடு, கீற்றுக் கோடு போன்றவை ஒன்றாக இருக்கும்.

**நிலையற்ற ஓட்டம்.** பாய்ம ஓட்டத்தில் திசை வேகம், அழுத்தம், அடர்த்தி, வெப்பநிலை போன்ற பாய்மப் பண்புகளில் ஏதாவதொன்று நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபடுமே யானால் அது நிலையற்ற ஓட்டம் (unsteady flow) எனப்படுகிறது. இந்த ஓட்டத்தில் பாதைக் கோடு, இழைக் கோடு, கீற்றுக் கோடு போன்றவை வெவ்வேறாக இருக்கும்.

**சீரான ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்திலுள்ள ஓர் இழைக்கோட்டில் அமைந்த இரண்டு வெவ்வேறான புள்ளிகளில் திசைவேகம் அளவிலும், திசையிலும் ஒரே



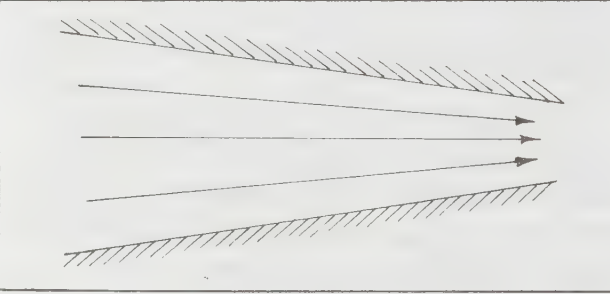
வகையாக இருக்கக் கூடிய பாய்ம ஓட்டம், சீரான ஓட்டம் (uniform flow) எனப்படுகிறது.



படம் 3. சீரான ஓட்டம்

சீரான ஓட்டத்தின் பாய்ச்சல் வடிவம், ஒன்றுக்கொன்று இணையான நேர் இழைக்கோடுகளை உடையதாகும்.

சீரற்ற ஓட்டம். பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்திலுள்ள ஓர் இழைக்கோட்டில் அமைந்த வெவ்வேறான இரண்டு புள்ளிகளின் திசைவேகம், அதன் அளவிலோ திசையிலோ மாறுபடக்கூடிய பாய்ம ஓட்டம், சீரற்ற ஓட்டம் (non uniform flow) எனப்படுகிறது. சீரற்ற ஓட்டத்தின் பாய்ச்சல் வடிவம், வளையும் அல்லது குவியும் அல்லது விரியும் இழைக்கோடுகளைக் கொண்டதாகும். மேற்குறிப்பிட்ட பாய்ச்சல்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பின்றித் தனித்தே இருப்பவை. எனவே பின்வரும் ஏதேனும் நால்வகைப்பட்ட கூட்டு ஓட்டங்களை இவ்வோட்டங்களிலிருந்து பெறலாம்.



படம் 4. சீரற்ற ஓட்டம்

நிலையான சீரான ஓட்டம் (steady uniform flow). ஒரு மாறாத விட்டமுள்ள குழாயின் வழியாகப் பாயும் பாய்மத்தின் பாயுவீதம் மாறாமலிருந்தால் ஏற்படும் இது இழைக்கோட்டு ஓட்டம் (stream lined flow) எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

நிலையான சீரற்ற ஓட்டம் (steady non uniform flow). இது ஒரு மாறும் விட்டமுள்ள அமைப்பில் பாயுவீதம் மாறாமலிருந்தால் ஏற்படும்.

நிலையற்ற சீரான ஓட்டம் (unsteady uniform flow). இது ஒரு மாறாத விட்டமுள்ள அமைப்பில் பாயுவீதம் மாறாமலிருந்தால் ஏற்படும்.

நிலையற்ற சீரற்ற ஓட்டம் (unsteady non uniform flow). இது ஒரு மாறும் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புள்ள அமைப்பில் பாயுவீதம் காலத்தால் மாறுவதால் ஏற்படும்.

பாய்மப் பாய்ச்சலுக்குத் தேவையான திசைவேகம், பாய்ச்சல் பாதையின் பரப்பளவு ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு குறைவான திசைவேகத்தாலும், மிகுதியான திசைவேகத்தாலும் உண்டாகும் பாய்ம ஓட்டம் இருவகைப்படும். அவை படல ஓட்டம், கொந்தளிப்பு ஓட்டம் என்பன.

படல ஓட்டம். குறைவான திசைவேகத்தால் உண்டாகும் இவ்வோட்டத்தை இழைக் கோட்டுப் பாய்ச்சல் அல்லது பாகுநிலைப் பாய்ச்சல் என்றும் கூறலாம். பாகுநிலை மிகுதியாக உள்ள பாய்மத் துகள்கள் நகரும்போது அதன் அருகிலுள்ள துகள்களில் எவ்விதக் குலைவுகளையும் ஏற்படுத்தாமல் ஒரே படலத்தில் மட்டும் நகர்ந்து கொண்டே பாய்ச்சலுக்கு உட்படும் பாய்மத் துகள்களின் ஓட்டம், படல ஓட்டம் (laminar flow) எனப்படுகிறது.

கொந்தளிப்பு ஓட்டம் (Turbulent flow). மிகுதியான திசைவேகத்தால் உண்டாகும் இவ்வோட்டத்தைப் படலமற்ற ஓட்டம் அல்லது பாகுநிலையற்ற ஓட்டம் (non viscous flow) அல்லது சுழல் ஓட்டம் (eddy flow) எனலாம்.

திசைவேக அதிகரிப்பால் பாய்ச்சலுக்கு உட்படும் பாய்மத்தின் ஒரு சில பாய்மத் துகள்களால் ஆன கொத்து (lump) ஒழுங்கற்ற பாதையிலும் ஒன்றையொன்று குறுக்கிட்டுக் கொண்டும் நகரும். பாய்மக் கொத்துகள் ஒழுங்கு முறையுமில்லாமல் நொடிக்கு நொடி பாதையை மாற்றிக் கொண்டு ஒரு கொத்து மற்றொரு கொத்துடன் மோதிக் கொண்டே பாய்மக் கொத்துகளை இடப் பெயர்ச்சிக்கு உள்ளாக்கி, அவற்றில் குலைவை அதிகரிக்கச் செய்து, இக்குலைவைப் பாய்ச்சல் புலம் முழுவதும் பரவச் செய்து பாய்ம ஓட்டத்தை ஒழுங்கீனமாக்கி அவற்றில் சுழற்சியையும் கொந்தளிப்பையும் உண்டாக்குகின்றன. இவ்விதப் படல ஓட்டம் கொந்தளிப்பு ஓட்டம் எனப்படும்.



பாய்மத்தின் பாகுநிலை குறைவதாலோ, சடத்துவத் தன்மை (inertia) அதிகரிப்பதாலோ பாய்ச்சல், படல நிலையிலிருந்து கொந்தளிப்பு நிலைக்கு மாறுகிறது. பொதுவாக இக்கொந்தளிப்பு ஓட்டம் வளிமண்டலம், ஆறு, கால்வாய் போன்றவற்றில் உண்டாகும். அனைத்துப் பாய்மங்களிலும் அழுத்த வேறுபாட்டால் அடர்த்தி மாறுபடுகிறது. இதன் அடிப்படையில் பாய்ம ஓட்டங்களை மேலும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

**அமுக்கமற்ற பாய்ம ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்தில் அழுத்த, வெப்ப வேறுபாடுகளினால் பாய்ம அடர்த்தியின் வேறுபாடு புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைவாக இருக்கக்கூடிய பாய்ம ஓட்டம், அமுக்கமற்ற பாய்ம ஓட்டம் (incompressible fluid flow) எனப்படும். நீர்மங்களில் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று அருகில் இருப்பதால் நீர்மத்தின் பருமன், வெப்ப, அழுத்த வேறுபாடுகளால் மிகக் குறைந்தளவே பாதிக்கப்படுவதால் நீர்மங்கள் இப்பாய்ம ஓட்டத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

**அமுக்கப் பாய்ம ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்தில் அழுத்த, வெப்ப மாறுபாடுகளால் பாய்ம அடர்த்தியின் வேறுபாடு மிகுதியாக இருக்கக்கூடிய பாய்ம ஓட்டம், அமுக்கப் பாய்ம ஓட்டம் (compressible fluid flow) எனப் படுகிறது. நீர்மங்களைவிட வளிமங்களில் மூலக் கூறிடைத் தொலைவு மிகுதியாக இருப்பதால் வளிமங்களின் பருமன், வெப்ப, அழுத்த வேறுபாடுகளால் பெருமளவு மாற்றத்திற்குள்ளாவதால் வளிமங்களை அமுக்கப் பாய்மமாகக் கருதலாம்.

**சுழற்சியுள்ள ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்தில் ஒரு பாய்மத் துகள், பாய்மம் பாயும் திசையில் நகரும்போது அதன் அச்சைச் சுற்றி சுழலுமேயானால், அந்தப் பாய்மப் பாய்ச்சலைச் சுழல் ஓட்டம் (rotational flow) எனலாம்.

**சுழற்சியற்ற ஓட்டம்.** பாய்மப் பாய்ச்சல் புலத்தில் ஒரு பாய்மத்துகள் பாய்மம் பாயும் திசையில் நகரும்போது அதன் அச்சைச் சுற்றிச் சுழல் இருக்குமேயானால் அப்பாய்ம ஓட்டத்தைச் சுழலற்ற ஓட்டம் (irrotational flow) எனலாம்.

**ஒரு பரிமாண ஓட்டம் (one dimensional flow).** ஓர் ஓட்டத்தில் ஒரு குறுக்குவெட்டுப்பரப்பில் ஏற்படும் அழுத்தம், அடர்த்தி, திசைவேகம் போன்றவற்றின் மாறுதல்களைப் புறக்கணித்து அவ்வெட்டுப் பரப்பிலுள்ள சராசரிக் குணங்களை எடுத்துக் கொள்ளும் முறை ஒரு பரிமாண முறை எனப்படுகிறது.

**இருபரிமாண ஓட்டம்.** மெய்ப் பாய்ம ஓட்டங்களில் பாய்மங்களின் பாகு நிலையாலும், வழுவாத கொள்கையாலும் (non slip condition) திசை வேகம் எல்லையில் சுழியில் இருந்து பாய்ச்சல் புலத்தில் உச்ச மதிப்பை அடைகிறது. இந்த ஓட்டத்தில் திசைவேகம் போன்ற முதன்மைப் பாய்மப் பண்புகள் ஏதேனும் இரண்டு ஆயக்கூறுகளின் (coordinate) திசைகளில் மாறுபடும்.

**மூப்பரிமாண ஓட்டம்.** இயற்கையில் ஏற்படும் பெரும்பாலான பாய்ம ஓட்டங்கள் மூப்பரிமாண ஓட்டங்களாகும். மூன்று திசைகளிலும் நிகழும் ஓட்டத்தை மூப்பரிமாண ஓட்டம் எனலாம். இந்த ஓட்டத்தில் திசைவேகம் போன்ற பாய்மப் பண்புகள் மூன்று திசைகளிலும் மாறக்கூடியவையாகும். கணித முறையில் இவ்வகை ஓட்டங்களைப் பகுத்தாய்வது கடினமாகும்.

ஜா. சுதாகர்

## பாய்மப் பாய்வுக் கொள்கை

பாய்ச்சலின் கணிதப்பகுப்பு அல்லது பாய்மப் பாய்வு ஆய்விற்கு மூன்று அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் பயன்படுகின்றன. இவை பாய்மப் பாய்வுக் கொள்கை (fluid-flow principle) எனப்படும்.

**பொருண்மையின் அழிவின்மைக் கொள்கை.** பொருண்மையை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது என்பதே பொருண்மையின் அழிவின்மைக் கொள்கை (principle of conservation of mass) எனப்படும். இக்கொள்கையைக் கணித முறைப்படி விளக்குவதே தொடர் சமன்பாடாகும்.

**தொடர் சமன்பாடு (continuity equation).** பாய்மம் பாயும் பகுதியில் நிலையான மண்டலத்தைக் கருதுவதன் மூலமாகப் பொருண்மையின் அழிவின்மைக் கொள்கையின் பொதுவான கோவையைப் பெறமுடியும். கருதப்பட்ட மண்டலத்தில் பொருண்மையை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாமைமால், மண்டலத்தினுள் மிகுதியாகும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதம் மண்டலத்தின் உட்புகும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதத்திற்கும், மண்டலத்திலிருந்து வெளிப்படும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீத வேறுபாட்டிற்கும் சமமாகும். பாய்ம ஓட்டம் சீராக இருக்கும்போது மண்டலத்தில் மிகுதிப்படும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதம் சுழியாகும். எனவே மண்டலத்தினுள் புகும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதம், மண்டலத்திலிருந்து வெளிப்படும் பாய்மப் பொருண்மையின்

வீதத்திற்குச் சமம். இத்தொடர்பு ஒரு பரிமாண அல்லது மூப்பரிமாண, சீரான அல்லது சீரற்ற அழுக்கமற்ற பாய்ம ஓட்டத்தின் பொதுவான தொடர் சமன்பாட்டைப் பெறப் பயன்படுகிறது.

$$\text{உட்செல்லும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதம்} = \rho_1 v_1 A_1$$

$$\text{வெளிப்படும் பாய்மப் பொருண்மையின் வீதம்} = \rho_2 v_2 A_2$$

$v_1, \rho_1, A_1$  முறையே உட்செல்லும் பாய்மத்தின் திசைவேகம், அடர்த்தி மற்றும் உட்செல்லும் நுழைவாயின் பரப்பு ஆகும்.

$v_2, \rho_2, A_2$  முறையே வெளிப்படும் பாய்மத்தின் சராசரி திசைவேகம், அடர்த்தி மற்றும் வெளிவரும் நுழைவாயின் பரப்பாகும்.

எடுத்துக்கொண்ட மண்டலத்தில் பொருண்ம தோன்றவோ அழியவோ செய்யாமையால்,

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2$$

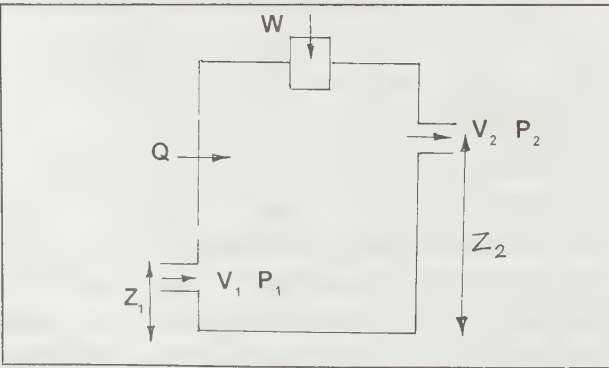
எனவே பொதுவாகத் தொடர் சமன்பாடு,

$$\rho_1 v_1 A_1 = \rho_2 v_2 A_2 = \dots\dots\dots = \rho_n v_n A_n$$

பாய்மம், அழுக்கமற்றதானால்,

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = \dots\dots\dots = v_n A_n$$

ஆற்றலின் அழிவின்மைக் கொள்கை. (principle of conservation of energy). ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது. ஆற்றல் ஒன்று ஒரு வகையில் மறையுமாயின் பிறிதொரு வகையில் அதுவே அழிவின்றி வெளித் தோன்றும். இக்கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆற்றல் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.



படம் 1.

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பில் வெப்பப் பரிமாற்ற வீதமும் வேலை செய்யப்படும் வீதமும் சீராகவும் நிலையாகவும் இருக்கும். இந்த அமைப்பில் உள்ளே பாயும்

பாய்மத்தின் நிறை வீதமும் வெளியேறும் பாய்மத்தின் நிறை வீதமும் சமமாக இருக்கும். அமைப்பின் சுவர் வழியாக வெப்பம் உள் வருவதாகக் கொண்டால், அமைப்பின் வழியே செல்லும் பாய்மத்தின் மொத்த ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது.

நொடிக்கு ஓரலகு நிறை பாய்மம் பாயும்போது, சீரான பாய்ச்சலில் அதன் ஆற்றல் சமன்பாடு,

$$gZ_1 + v_1^2/2 + P_1 v_1 + U_1 + Q + W = gZ_2 + v_2^2/2 + P_2 v_2 + U_2$$

ஆகும்.

இங்கு,  $Z$  = மட்ட ஆற்றல்

$$v^2/2 = \text{இயக்க ஆற்றல்}$$

$$U = \text{அக ஆற்றல்}$$

$$Q = \text{வெப்பப் பரிமாற்றம்}$$

$$W = \text{பாய்மத்தில் ஏற்படும் புறப்பணி}$$

$$PV = \text{பாய்ச்சல் வேலை}$$

அக ஆற்றல், பாய்ச்சல் வேலை இவ்விரண்டும் சேர்ந்தது வெப்ப அடக்கம் (enthalpy) எனப்படும்.

$$h = U + PV$$

இதை ஆற்றல் சமன்பாட்டில் பிரதியிட,

$$gZ_1 + v_1^2/2 + h_1 + Q + W = gZ_2 + v_2^2/2 + h_2$$

வளிமங்களின் எடை மிகக் குறைவாக இருக்குமாதலால், மட்ட வேறுபாட்டைக் குறிக்கும்  $Z$  உறுப்பைப் புறக்கணித்து விடலாம். குழாயின் வழியாகப் பாயும் பாய்மங்களில் வெளியிலிருந்து எவ்வித வேலையும் செய்யப்படாமையால்  $W$ -இன் மதிப்பு சுழியாகும். வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில்  $Q = 0$  ஆகும். எனவே, ஆற்றல் சமன்பாடு,

$$P_1 v_1 - P_2 v_2 = (U_2 - U_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$$

$$PV = RT$$

$$\Delta U = C_v(T_2 - T_1)$$

ஆகிய சமன்பாடுகளை பயன்படுத்த,

$$RT_1 - RT_2 + C_v(T_1 - T_2) = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$$

ஆனால்,

$$C_v = C_p - R$$

$$(T_1 - T_2)C_p = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

$$C_p = \frac{K}{K-1} R;$$

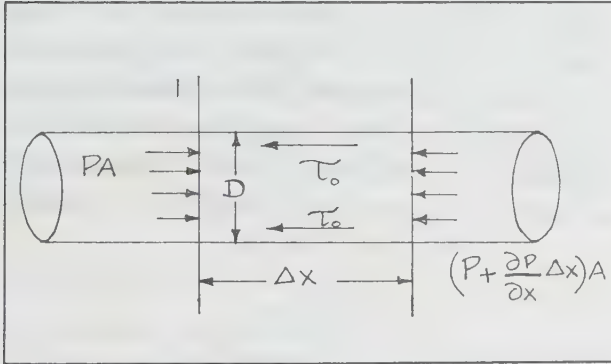
$$T_1/T_2 = (P_1/P_2)^{K-1/K}$$

ஆகிய மதிப்புகளைப் பிரதியிட,

$$K/K-1 P_1 V_1 [1 - (P_2/P_1)^{K-1/K}] = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}$$

இது ஆற்றல் சமன்பாடு எனப்படும். இச்சமன்பாடு வளிமங்களுக்கான பெர்னாலிச் சமன்பாடு எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

உந்தம் அழிவின்மை விதி. இவ்விதியை நியூட்டனின் இரண்டாம் விதியிலிருந்து பெறலாம். ஒரு பொருளின் மீது தொழிற்படும் நிகரப் புறவிசை, அவ்விசை தொழிற்படும் திசையில் அப்பொருளில் நிகழும் உந்த மாற்ற வீதத்திற்குச் சமமாகும். இக்கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு உந்தச் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.



படம் 2.

படத்தில் D விட்டமுள்ள குழாயின் வழியே பாயும் ஒரு பரிமாண, நிலையான பாகுநிலையுள்ள பாய்ச்சலைக் கருதலாம்.

குழாயின் சுவரில் ஏற்படும் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு =  $t_0$  வெட்டுமுகம் 1இன் வழியாகப் பாயும் பாய்மத்தின் உந்தவீதம் =  $pV^2A$  வெட்டுமுகம் 2இன் வழியாகப் பாயும் பாய்மத்தின்

$$d(pV^2)$$

$$\text{உந்தவீதம்} = [pV^2 + \frac{d(pV^2)}{dx} \Delta x] A$$

உந்த வேறுபாட்டை நிகரப் புறவிசைக்குச் சமன்படுத்தினால்,

$$\frac{-d(pV^2)}{dx} \Delta x A = \frac{-dp}{dx} \Delta x A - t_0 \pi \Delta x$$

பாய்மத்தின் நிறை பாயும் வீதம் சீராக இருப்பதால்

$$d(pV)/dx = 0$$

$pA$  ஆல் வகுத்தால்,

$$VdA + \frac{dP}{p} \frac{4t_0}{Dp} dx = 0 \quad \dots\dots (1)$$

$$t_0/p = f \frac{V^2}{8}$$

என்பதைச் சமன்பாடு (1இல்) பிரதியிட

$$Vdv + \frac{dP}{P} + \frac{f}{D} \frac{V^2}{2} dx = 0 \quad \dots\dots (2)$$

$f/D V^2/2 dx$  என்பது அழுக்கப் பாய்ச்சலில் ஓரலகு நிறையில் ஏற்படும் உராய்வு இழப்பைத் தருகிறது.

பாய்மம் அழுக்கமற்றதாக இருப்பின் சமன்பாடு(2)ஐத் தொகையிடவேண்டும்.

$$\frac{P_1 - P_2}{P} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = C_f$$

என்னும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது. இது உந்தச் சமன்பாடு (momentum equation) எனப்படும்.

ஐ. சுதாகர்  
பெ. துரைசாமி

## பாய்மம்

மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பின் அடிப்படையில் எந்தப் பொருள் பாயும் தன்மையுடையதாக இருக்கிறதோ அதற்குப் பாய்மம் (fluid) என்று பெயர். பாய்மம் என்பது திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் காணப்படும். பெரும்பாலான திண்மப் பொருள்கள் பாயும் தன்மை பெறாத காரணத்தால் அவை பாய்மம் ஆகா. படிக அமைப்பில்லாத (non crystalline) திண்மப் பொருள்களான நெகிழி (plastic), கண்ணாடி வகை ஆகியன உயர் அழுத்தங்களில் பாயும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

திண்ம, நீர்ம, வளிம ஆகிய மூன்று நிலைகளில் பாய்மம் இயற்கையில் காணப்பட்டாலும், எந்த ஒரு பொருளாவது மிகச்



சிறிய சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசையால் (shear force) தொடர்ச்சியான வடிவ மாற்றத்திற்குள்ளாகிப் பாயும் தன்மையைப் பெறுமாயின் அதைப் பாய்மம் என்று வரையறுக்கலாம். பொதுவாக, திண்மப் பொருள் சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசை செயல்படும்போது தொடர்ச்சியாக வடிவ மாற்றம் அடைவதில்லை. ஏனெனில் திண்மப்பொருள் சறுக்குப் பெயர்ச்சியால் திரிபு (strain) அடைகிறது; கோண வடிவ மாற்றம் அடைகிறது. ஆனால், அந்த வடிவ மாற்றம் மீட்சி எல்லைக்குள் ஏற்பட்டிருந்தால், அதற்குக் காரணமான விசை நீக்கப் பட்டவுடன் மறைந்துவிடும். ஆனால், பாய்மம் சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசையால் அடையும் வடிவ மாற்றத்தை அந்த விசை செயல்படுத்தப்படுவது நிறுத்தப்பட்ட பின்னரும் இழப்பதில்லை. அது தன் பழைய நிலையையும் இடத்தையும் மீண்டும் அடைவதில்லை.

திண்மப் பொருள் சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசையை ஓய்வு நிலையில் எதிர்க்கும். ஆனால் பாய்மம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளபோது எவ்விதமான சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசைக்கும் உள்ளாவதில்லை. பாய்மம் பாயும்போதே சறுக்குப் பெயர்ச்சி தகைவு (shear stress) ஏற்படுகிறது.

பாய்மம் திட்டமான நிறையையும், பருமனையும் உடையது. பாய்மத்திற்குத் திட்டமான உருவ அமைப்பு கிடையாது. பாய்மம் நீள் தகைவைப் (tensile stress) பெறாது. கலங்களில் இருக்கும்போது அழுக்க விசையை (compressive force) எதிர்க்கக்கூடியது. பாய்ம நிலையை நீர்மங்கள், வளிமங்கள் என்று பிரிக்கலாம்.

நீர்மங்கள். இவற்றில் மூலக்கூறுகளின் இடைவெளி மிகுதியாக இருக்கும். எனவே இவற்றில் குறைந்தளவு மூலக்கூறிடைப் பற்றுவிசையே (cohesive force) இருக்கும். நீர்ம மூலக்கூறுகள் நீர்மநிலையில் தன்னிச்சையாக நகரும். நீர்மத்திற்குக் கட்டற்ற புறப்பரப்பு (free surface) உண்டு. நீர்மம், திட்டமான பருமனையும், தான் இருக்கும் கலத்தின் அமைப்பையும் பெறக்கூடியது. நீர்மம் அழுக்கத்தை எதிர்க்கக் கூடியது. வெப்ப, அழுத்த வேறுபாடுகளால் நீர்மத்தின் பருமன் குறைந்த அளவே பாதிக்கப்படும். நீர்மங்களில் காணப்படும் பற்று விசை, நீர்மங்களைப் பெருமளவில் விரிவடைய விடுவதில்லை.

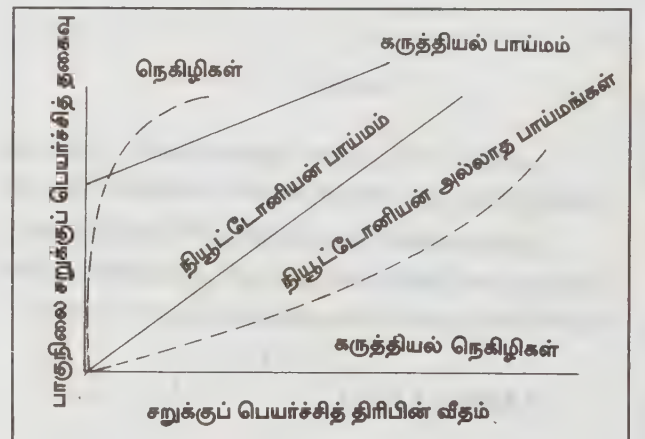
வளிமங்கள். இவற்றின் மூலக்கூறுகளின் இடைவெளி நீர்மங்களைவிட மிகுதியாக இருக்கும். எனவே வளிமங்களில் மிகக் குறைந்த அளவு மூலக்கூறிடைப் பற்று விசையே இருக்கும். எனவே வளிமங்களின் மூலக்கூறுகள் கட்டற்ற நகரும் தன்மையைப் பெற்று, தானிருக்கும் கலம் முழுவதும்

பரவியிருக்கும். வளிமங்கள் கட்டற்ற புறப்பரப்பைப் பெற்றிரா. வளிமங்களுக்குத் திட்டமான பருமனோ, வடிவமோ கிடையாது. வெப்ப, அழுத்த வேறுபாடுகளால் வளிமங்கள் பெருமளவு பரும மாற்றத்திற்குள்ளாகின்றன. வளிமங்களின் மீது செயற்படும் புற அழுத்தத்தை நீக்கினால், அவை பெருமளவில் விரிவடையும். எனவே இது அழுக்கப் பாய்மம் (compressible fluid) எனப்படுகிறது.

பாய்மங்களின் வகை. ஒரு பொருளைத் திண்மப் பொருளா, பாய்மமா என்று அறிய அதன் சறுக்குப் பெயர்ச்சி தகைவு உதவுகிறது. தார், மெழுகு போன்றவை குறைந்த அளவு வடிவமாற்ற வீதத்தையுடைய பாகுநிலை நீர்மங்களாயினும், சில சமயம் திண்மப் பொருளை ஒத்த தன்மைகளை உடையவை. சோப்பு, ஈரக்களிமண், மெழுகுவத்தி போன்ற மென்மையான அல்லது நெகிழி போன்ற பொருள்களில் சிறுமத் தகைவை மிகுதிப்படுத்துவதால் அவை பாயும் தன்மையைப் பெறுகின்றன.

மேற்காணும் காரணங்களின் அடிப்படையில் பாய்மங்களைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்.

கருத்தியல் பாய்மம் (ideal fluid). இப்பாய்மம் இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை. கற்பனைப் பாய்மமான இது அழுக்கமும், பாகுநிலையும் (viscous) அற்றது. இப்பாய்மத்தின் துகள்கள் அழுத்த விசைகளைத் (pressure forces) தன் புறப்பரப்பில் நேர்குத்தில் தாங்கிக் கொள்ளும். இப்பாய்மத்தின் லுள்ள அனைத்து விசைகளுமே நேர் அழுத்தத்தால் உண்டாவன. இப்பாய்மத்தின் துகள்கள் ஒன்றின் மீதொன்று உராய்வின்றி நகரும்போது எவ்விதத் தடையுமின்றிப் பாய்மப் படலங்களுக்கு இடையிலோ, பாய்மப் படலங்களுக்கும் அவற்றின் எல்லைகளுக்கும் ஊடேயோ பாயும்போது



உராய்வதால் ஏற்படும் பாய்மச் சுழற்சியோ (eddy), ஆற்றல் வெளிப்பாடோ நிகழாது. இப்பாய்மங்களின் மீது செயற்படும் சமமற்ற விசைகளால் இப்பாய்மத்தின் துகள்கள் நியூட்டனின் இரண்டாம் விதிக்கு ஏற்ப முடுக்கத்திற்குள்ளாகின்றன.

ஒரு பாய்மத்தின் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு சுழியாகும் போது அப்பாய்மம், கருத்தியல் பாய்மம் எனப்படுகிறது. குறைந்த அளவு பாகுநிலையையுடைய நீர், காற்று ஆகியவை இப்பாய்மத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

மெய்ப்பாய்மம் (real fluid). இப்பாய்மம் இயற்கை நிலையில் கிடைக்கக்கூடியது. இப்பாய்மம் அழுக்கத்திற்குள்ளாகும்; இதற்கு நிலையுண்டு. இப்பாகுநிலை, பாய்மப் படலங்களுக்கிடையே நிகழும் பற்றுப் பண்பாலும் (cohesion) மூலக்கூறுகளின் உந்தப் பரிமாற்றத்தாலும் உண்டாகிறது. மெய்ப் பாய்மத்தின் பாகுநிலை, சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசையால் பாயத்திற்குட்படும் பாய்மத் துகள்களை எதிர்க்கும். இப்பாய்மத்தின் பாகுநிலையால் பாயும் தன்மை கருத்தியல் பாய்மப் பாயத்தைவிட மிக்க சிக்கலானது.

நியூட்டோனியன் பாய்மம் (newtonian fluid). எந்த ஒரு பாய்மமும் நியூட்டனின் பாகுநிலை விதிக்குக் கட்டுப்படுமாயின் அப்பாய்மம் நியூட்டோனியன் பாய்மம் எனப்படுகிறது. இப்பாய்மம் பாகுநிலைத் திசைவேகச் சரிவைச் (velocity gradient) சார்ந்திராது. இப்பாய்மம் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவுக்கும், திசைவேகச் சரிவுக்கும் இடையே அதன் தொடக்க நிலையிலிருந்து செல்லக்கூடிய ஒரு நேர்கோடாகப் படத்தில் அமைகிறது. இந்நேர்கோட்டின் சாய்தளம் (slope) பாகுநிலைக் கெழுவிற்சுச் சமமாக உள்ளது. இதனைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு

$$\text{பாகுநிலைக்கெழு} = \frac{\text{திசைவேகச்சரிவு}}{\text{சாய்தளம்}}$$

நீர், மண்ணெண்ணெய், உயவெண்ணெய், காற்று போன்றவை நியூட்டோனியன் பாய்மத்திற்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

நியூட்டோனியன் அல்லா பாய்மங்கள் (non newtonian fluids). பாய்மங்களுடன் தொங்கும் துகள்களைச் சேர்த்து உருவாக்கும் கூட்டுப் பாய்மப் பொருள்களான நெகிழிகள், வண்ணங்கள், குருதி, தேன் போன்றவை பாயும் தன்மையைப் கொண்டிருப்பினும், இவற்றின் எதிர்ப்பையோ தடையைப் பற்றியோ நியூட்டனின் பாகுநிலை விதியின் மூலமாக வரையறுக்க இயலாது. ஒரு பாய்மம் நியூட்டனின் பாகுநிலை விதிக்குக் கீழ்ப்படாத

நிலையில் அப்பாய்மத்தை நியூட்டோனியன் அற்ற பாய்மம் எனலாம். இப்பாய்மங்களின் பாகுநிலைக்கெழு வடிவ மாற்ற வீதத்தையோ திசைவேகச் சரிவையோ அடிப்படையாகக் கொண்டு அதனைச் சார்ந்து இருக்கும். இப்பாய்மங்களின் உருவ மாற்றத் தொடர்பும் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவும் நேர்போக்கற்றதாகும். நீர்மங்களையும், வளிமங்களையும் பாய்மங்களாகக் கொண்டால், அவற்றின் முதன்மை இயற்பியல் பண்புகளாக அடர்த்தி, அலகு பருமனெடை (specific weight), ஒப்படர்த்தி, பாகுநிலை, அழுத்துந்தன்மை, புறப்பரப்பு இழுவிசை, நுண்புழைப்பண்பு போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

ஜா. சுதாகர்

## பாய்மரக் கப்பல்

இது பாய்மரத்தின் உதவியுடன், காற்றின் விசையினால் நீரில் மிதந்து செல்லும் மரக்கலம் ஆகும். எந்திரங்கள் பொருத்தாத கட்டுமரம், தோணி, வள்ளம் போன்ற நாட்டுப் படகுகள் அனைத்தும் பாய்மரக் கப்பல்களின் வகைகளேயாகும். வீசும் காற்றைப் பொறுத்துப் பாய்மரத்தைப் பயன்படுத்தி இவற்றைச் செலுத்துவதற்கான விசை பெறப்படுகிறது. காற்றடிக்கும் நேரம் கணித்தே பாய்மரக் கலங்களில் மீன்பிடிக்க மீனவர்கள் செல்வர்.

இன்றைய பாய்மரக்கப்பல்கள் அனைத்திலும் எந்திரங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளமையால், பயணப் பாதுகாப்பு, வசதி, விரைவு, கூடுதலான மீன்பிடிப்பு ஆகிய பயன்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. பாய்மரக் கப்பல்களில் எந்திரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருப்பினும், தேவையின்றி அவை இயக்கப்படுவதில்லை. ஏனெனில் போதிய காற்றுள்ளபோது எந்திர விசையைவிடக் கலங்கள் வேகமாகச் செல்லும். ஓரளவு காற்றுள்ளபோது, 10.2 ச.மீ. பாய் பரப்புள்ள, 9.2 மீ. நீளப் படகு ஒன்று 7 கடல் மைல் (nautical mile) வேகத்தில் செல்லுமென அறியப்பட்டுள்ளது. காற்றின்மை, குறைந்த காற்று உள்ள போதில் எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தியும், போதிய காற்றுள்ள வேளைகளில் பாயை மட்டும் பயன்படுத்தியும் பாய்மரக் கலங்களைச் செலுத்தலாம். இம்முறையில் காலம், காற்று, எரிபொருள் ஆகியவற்றை முறையாகப் பயன்படுத்தலாம். எரிபொருள் செலவைக் குறைத்து மீனவர் இதனால் கூடுதல் வருவாய் பெறலாம்.

மரத்தினால் செய்யப்படும் கட்டுமரம், தோணி ஆகியவை சிறியவையாகவும் பெரியவையாகவும் பல்வேறு அளவுகளில்



## 118 பாய்மரக் கப்பல்

உள்ளன. அவற்றின் அமைப்புகளுக்கேற்ப, தேக்கு போன்ற உறுதியான மரக் கட்டைகளினால் பாய்மரங்கள் (masts) வடிவமைக்கப்படுகின்றன. கெட்டியான எளிதில் இற்றுப் போகாத வெள்ளைத்துணி பாயாகப் பயன்படுகிறது. இதில் காற்று எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லாது. இப்பாய்மரத்தால்,

கலத்தில் உள்ளோருக்கு நிழலும் கிடைக்கும். காற்றின் வேகமும், திசையும் கலத்தை ஒட்டிச் செல்வோரின் நோக்கத்திற்கு நேராக இருக்கும் போது, விசைப் படகுகளைவிடப் பாய்மரக்கலம் வேகமாகச் செல்லும். காற்றின் திசை சற்று மாறும்போது, கலத்தின் பாயை



பாய்மரக் கப்பலின் வகை



அதற்கேற்ப மாற்றிக் கட்டிக் கொள்ளலாம். எனினும், பாயை ஏற்றுவது, மாற்றிக் கட்டுவது, இறக்குவது ஆகியவற்றைச் செய்கையில் மிகுந்த கண்காணிப்பு தேவை. பெரும் காற்று வீசும் வேளைகளில் கவனமின்மையால் கலம் கவிழ்ந்து விடக் கூடும். எனவே, பாய்மரத்திற்குப் பொறுப்பானவர், திறமையானவராகவும், கவனமுடையவராகவும் இருக்க வேண்டும். கலங்கள் கவிழ்தலைத் தவிர்க்க, பாய்மரத்தின் கட்டையோடு கப்பலை நிலை நிறுத்தும் கட்டையையும் இணைத்துக் கட்ட வேண்டும். காற்றின் விசையும், வேகமும் மிகவும் குறைகையில், துடுப்புகளை வலித்துப் படகுகளைச் செலுத்தலாம்.

பாய்மரக் கப்பல்களில் அடங்கும் நாட்டுப் படகுகள், அவற்றின் அளவுகளைப் பொறுத்து, மீன்பிடி கலங்களாகவும், சரக்கு ஏற்றிச் செல்லும் கப்பல்களாகவும் பயன்படுகின்றன. இந்தியாவில் மீன்பிடிப்பிற்கு இக்கப்பலே பெரிதும் துணை செய்கிறது. பாய்மரமாகத் தேக்கு மரத்துண்டிற்குப் பதிலாக, அலுமினியத் தடியும், கட்டுவதற்கு இரும்புக் கம்பிகளும், செயற்கைச் சேர்மக் கயிறுகளும் பயனாகின்றன. பாய்கள் நீண்ட காலம் பயன்படும் வகையில் செயற்கைச் சேர்மப் பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன.

ஜி. ஜெகதீசன்

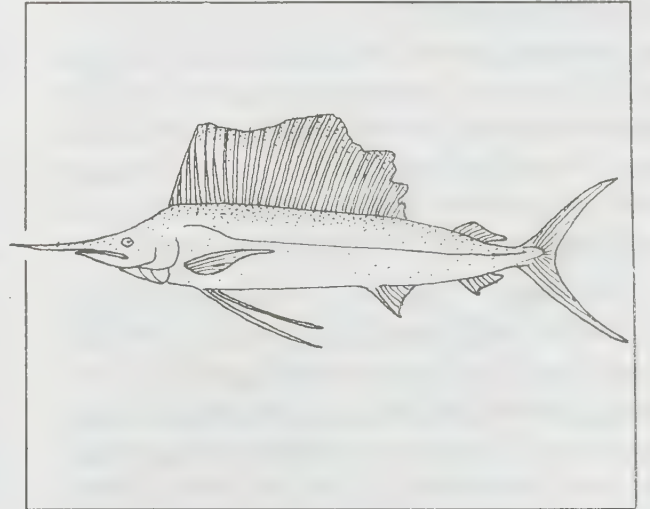
## பாய்மர மீன்

இது பெர்சிபார்ம்ஸ் என்னும் வகுப்பின் கீழ் இஸ்டியோபோரிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. பாய்மர மீன் (sail fish) ஆழ்கடல்களில் பெரிதும் காணப்படினும், அவ்வப்போது அண்மைக் கடலையும் வந்தடையும். பாய்மர மீன்களில் குறிப்பிடத்தக்கது இஸ்டியோபோரஸ் கிளேடியஸ் (*Istiophorus gladius*) என்னும் இனம் ஆகும். உயர் அளவாக 3 மீ. நீளத்தையும் 100 கி.கி. எடையையும் கொண்டுள்ள இவ்வினத்தின் உடல் இருண்ட நிறத்தைப் பொதுவாகப் பெற்றிருக்கும். மேல் துடுப்புகளின் (dorsal fins) அடிப்பகுதியில் உள்ள மிகுதியான கறுப்பு நிற மச்சங்களால் இவ்வினத்தை எளிதில் அடையாளம் காணலாம். இந்திய பசிபிக் பெருங்கடல் பகுதிகளிலும், இந்தியாவின் கிழக்கு மற்றும் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் அந்தமான் கடலிலும் இவ்வினம் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

உடல் அமைப்பு. இதன் முதுகு நீல நிறத்தையும், மேல்துடுப்புகளும் அடிப்பக்கத் துடுப்புகளும் (ventral fins) கரு நிறத்தையும் கொண்டுள்ளன. பொதுவாகப் பாய்மர மீன்களில் முதல் மேல் துடுப்பு மிகவும் பெரியதாகக் கப்பலின்

பாய்மரத்தை ஒத்துள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது. இத்துடுப்பின் முன் முள்கள் ஓரளவு நீளமாகவும், நடுமுள்கள் மிகவும் நீளமாகவும் உள்ளன. சிறிய இரண்டாம் மேல் துடுப்பும் இரண்டு மேல் துடுப்புகளுக்கும் இடையில் மிகவும் குட்டையான முட்களும் காணப்படுகின்றன. முதல் மேல் துடுப்பு மிகவும் பெரியதாக இருப்பினும், பயன்படுத்தாதபோது முதுகின் ஓரத்திலுள்ள ஒரு நீண்ட குறுகிய பள்ளத்திற்குள் இத்துடுப்பு சுருக்கி வைக்கப்படுகிறது. பாய்மர மீன் கடலின் மேல்மட்டத்தில் நீந்தும் போது, ஒரு வித ஒலியினை உண்டாக்கி, முதல் மேல் துடுப்பையும், குதத் துடுப்பையும் (anal fin) முழுவதுமாக நிமிர்த்துவது குறிப்பிடத்தக்கது. இவ்வாறு இத்துடுப்புகள் உரிய வேளைகளில் நிமிர்த்தப்படுவதால் கடலின் மேல்மட்டத்தில் இம்மீன் நீந்தும்போது உருண்டு கீழே விழாதவாறு தடுக்கப்படுகிறது. முதல் மேல் துடுப்பை அடுத்து முதன்மை பெறுவது இம்மீனில் காணப்படும் அலகு போன்று நீண்டும் உருண்டும் கூர்மையானதுமான மேல்தாடையாகும். இத்தாடையின் நீளம் உடலின் மொத்த நீளத்தில் நான்கில் ஒரு பங்கு உள்ளது. இரு தாடைகளிலும் அலகின் அடிப்பகுதியிலும் மிகுதியான சிறிய பற்கள் காணப்படுகின்றன. கூர்மையான மேல்தாடை படகின் அடிப்பகுதியையும் துளைக்க ஏற்றதாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பாய்மர மீன் கணுக்காலி, மெல்லுடலி ஏனைய சிறிய மீன்களை உண்ணக்கூடிய ஊனுண்ணியாகும்.

வளர்ச்சிப் பருவங்கள், ஏறத்தாழ 9 மி.மீ. நீளத்தை உடைய பருவத்தில் ஒரே அளவுள்ள இரு தாடைகளிலும்



பாய்மரமீன் (*Istiophorus gladius*)

கூர்மையான பற்கள் காணப்படுகின்றன. மேல் துடுப்பு குட்டையாகவும், மார்புத்துடுப்பு (pectoral fin) நீளமாகவும், ஈட்டி போன்றும் உள்ளன. இடுப்புத்துடுப்பை (pelvic fin) இரு குட்டையான முண்டுகளை ஒத்த உறுப்புகள் காட்டுகின்றன. இப்பருவம் 14 மி.மீ. நீளத்தை அடையும் போது மேல்துடுப்பு மிகவும் பெரியதாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படும். மேலும் இடுப்புத் துடுப்பு இருநீள இழைகளை மட்டும் கொண்டன. மார்புத் துடுப்புகளும் இப்பருவத்தில் சிறிது மாறுபடுகின்றன. மேல்தாடை, கீழ்த் தாடையைவிடச் சற்று நீளமாக வளரும். ஏறத்தாழ 60 மி.மீ. நீளத்தைக் கொண்ட பருவத்தில் மேல் துடுப்பு, பெரிய நீளமான முன் பகுதியாகவும், சிறிய பின் பகுதியாகவும் பிளவுபடுகிறது. மேல்தாடை அடித் தாடையைவிட மேலும் நீளமாகிறது. இடுப்புத் துடுப்பின் இழைகள் இப்பருவத்தில் மாறுபடுகின்றன. பாய்மர மீனின் 3-11 மி.மீ. நீளங்களையுடைய இளம்பருவங்கள் லட்சத் தீவுக் கடல் பகுதிகளில் மிதவை நுண்ணுயிரிகளோடு (planktons) மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பருவங்களில் நீண்ட கூரிய அலகு போன்ற மேல் தாடையும், கரும் புள்ளிகளுள்ள மேல்துடுப்பும், ஒழுங்கற்ற வால்துடுப்பும் அமைகின்றன.

இரா. சந்தானம்

துணைநூல். J.R.Norman and P.H.Green wood, *A History of Fishes*, Ernest Benn Ltd., London, 1975.

## பாயிண்டிங் திசையன்

ஒரு திசையத்தின் வெளிச் செங்குத்துக் கூற்றை (outward normal component) ஒரு மின்காந்தப் புலத்தில் உள்ள மூடிய பரப்பில் தொகையீடு செய்தால், அது அப்பரப்பின் வெளி ஆற்றல் பாய்வைக் கூட்டும். இத்திசையம் பாயிண்டிங் திசையன் (poynting vector) எனப்படுகிறது. இதைப் பொதுவாக  $\vec{p}$  எனக் குறிப்பிடுவர். இதைப் பின்வருமாறு தருவிக்கலாம்.

மின்காந்த அலைகள் தோற்றுவாயிலிருந்து இடவெளியில் பரவித் தொலைவில் உள்ள ஏற்புப் புள்ளிகளைச் சென்றடையும்போது, தோற்றுவாயிலிருந்து ஏற்புப் புள்ளிகளுக்கு ஆற்றல் மாற்றப்படுகிறது. ஒரு நொடியில் மாற்றப்படும் ஆற்றலுக்கும் மின்காந்த அலைகளின் மின்புலம் மற்றும் காந்தப் புல வலிமைகளின் வீச்சுகளுக்கும் இடையில் ஓர் எளிய, நேரடியான தொடர்பு உள்ளது. மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளிலிருந்து அதன் தொடர்பைப் பின்வரும் முறையில் பெறலாம்.

காந்த இயக்கு விசைச் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்:

$$\vec{J} = \vec{\nabla} \times \vec{H} - \Sigma \vec{E} \quad (\Sigma = \epsilon)$$

மின்னோட்ட அடர்த்தியின் பரிமாணங்களை உடைய அளவுகளுக்கிடையிலான ஒரு தொடர்பை மேற்காணும் சமன்பாடு குறிப்பிடுகிறது. இதில்  $\vec{J}$  என்பது மின்னோட்ட அடர்த்தி;  $\vec{H}$  என்பது காந்தப் புல வலிமை,  $\Sigma$  என்பது ஊடகத்தின் அனுமதிப்பு அல்லது மின்கடவா மாறிலி;  $\vec{E}$  என்பது மின்புல வலிமை. மேற்காணும் சமன்பாடு முழுவதையும்  $\vec{E}$  ஆல் பெருக்கினால் அலகு பருமத்திற்கான திறனின் பரிமாணங்களைக் கொண்ட அளவீடுகளுக்கிடையிலான சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$\vec{E} \cdot \vec{J} = \vec{E} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{H} - \Sigma \vec{E} \cdot \vec{E} \quad \text{----- (1)}$$

எந்த ஒரு திசையத்துக்கும் பின்வரும் முற்றொருமை பொருந்தும்.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} \times \vec{H} = \vec{H} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{E} - \vec{E} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{H}$$

எனவே,

$$\vec{E} \cdot \vec{J} = \vec{H} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{E} - \vec{\nabla} \cdot \vec{E} \times \vec{H} - \Sigma \vec{E} \cdot \vec{E} \quad \text{----- (2)}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\mu \vec{H}$$

என்னும் இரண்டாம் புலச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\vec{E} \cdot \vec{J} = -\mu \vec{H} \cdot \vec{H} - \Sigma \vec{E} \cdot \vec{E} - \vec{\nabla} \cdot \vec{E} \times \vec{H} \quad \text{----- (3)}$$

இதில்  $\mu$  என்பது ஊடகத்தின் காந்த உட்புகு திறன்

$$\vec{H} \cdot \vec{H} = \frac{1}{2} \frac{\delta}{\delta t} H^2, \quad \vec{E} \cdot \vec{E} = \frac{1}{2} \frac{\delta}{\delta t} E^2$$

எனவே,

$$\vec{E} \cdot \vec{J} = -\frac{\mu}{2} \frac{\delta}{\delta t} H^2 - \frac{\epsilon}{2} \frac{\delta}{\delta t} E^2 - \vec{\nabla} \cdot \vec{E} \times \vec{H}$$

$V$  என்னும் பருமத்தின் ஊடாகத் தொகையீடு செய்தால்,

$$\int_V \vec{E} \cdot \vec{J} dv = \frac{\delta}{\delta t} \int_V \left( \frac{\mu}{2} H^2 + \frac{\epsilon}{2} E^2 \right) dv - \int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{E} \times \vec{H} dv \quad \text{----- (4)}$$



விரிதலைத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி இறுதிப் பதத்தைப் பருமத் தொகை ஈட்டிலிருந்து,  $V$ -ஐச் சூழ்ந்துள்ள  $S$  என்னும் பரப்பின் ஊடான பரப்புத் தொகையீடாக மாற்றிவிடலாம். அதாவது,

$$\oint_V \nabla \cdot \vec{E} \times \vec{H} dv = \oint_S \vec{E} \times \vec{H} \cdot d\vec{a}$$

$da$  என்பது  $S$  என்னும் பரப்பிலுள்ள ஒரு சிறு கூறு எனில்  $d\vec{a} = \Delta/n da$  ஆகும்.  $\Delta/n$  என்பது  $S$ -க்கு நேர்குத்தாக வெளிநோக்கியிருக்கும் அலகு லம்பம் (unit normal). பிறகு 4 ஆம் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\oint_V \vec{E} \cdot \vec{J} dv = \frac{\delta}{\delta t} \oint_V \left( \frac{\mu}{2} H^2 + \frac{\epsilon}{2} E^2 \right) dv - \oint_S \vec{E} \times \vec{H} \cdot d\vec{a} \quad \text{---- (5)}$$

இடப்புறமுள்ள பதம்  $V$  என்னும் பருமத்தில் செலவாகும் உடனடித் திறனைக் குறிப்பிடும் ஜூல் விதியைப் பொதுவாக்கி இம்முடிவு பெறப்படுகிறது.

$A$  என்னும் குறுக்குப் பரப்புள்ள மின்கடத்தியில்  $I$  என்னும் மின்னோட்டம் பாயும்போது அதன் அலகு நீளத்தில்  $E$  என்னும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி நிலவுமானால், அதன் அலகு நீளத்திலிருந்து  $EI$  வாட் திறன் இழப்பு ஏற்படும். அலகு பருமத்திலிருந்து இழக்கப்பட்ட திறன்  $EI/A$  வாட் அளவில் இருக்கும்.

இந்நிகழ்வில்  $\vec{E}$ ,  $\vec{J}$  ஆகியவை ஒரே திசையில் அமையும். மாறாக, பொதுவாக அலகு பருமத்தில் இழக்கப்படும் திறன் அதன் திசையில் அமைந்த,  $\vec{E}$  இன் ஆக்கக்கூறு ஆகியவற்றின் பெருக்கு தொகையாகவும் அமையும். அலகு பருமத்தில் இழக்கப்படும் திறன் எப்போதுமே  $\vec{E} \cdot \vec{J}$  க்குச் சமமாகவே இருக்கும்.  $V$  என்னும் பருமத்தில் இழக்கப்பட்ட திறன் பின்வருமாறு அமையும்.

$$\oint_V \vec{E} \cdot \vec{J} dv \quad \text{---- (6)}$$

இந்தக் கோவையிலுள்ள  $\vec{E}$  மின் கடத்தும் ஊடகத்தில்  $\vec{J}$  என்னும் மின்னோட்ட அடர்த்தியை உண்டாக்கத் தேவையான மின்புல வலிவைக் குறிப்பதாக இருந்தால்,  $\epsilon$  ஆம் கோவை மின்தடையால் ஏற்படும்  $I^2 R$  என்னும் திறன் இழப்பைக் குறிப்பிடுவதாகும். ஆனால்  $\vec{E}$  என்பது ஒரு மின்கலம் போன்ற திறன் மூலத்தால் உண்டாக்கப்படும் மின்புல வலிவைக் குறிப்பிடுவதாக இருந்தால்  $\epsilon$  ஆம் கோவை குறிப்பிடும் திறன், மின்கலத்தின் மின்னழுத்தத்தை எதிர்த்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி மின்கலத்தை மின்னேற்றுவதில் செலவாகும் திறனைக் காட்டும்.  $\vec{E}$  இன் திசை  $\vec{J}$  இன் திசைக்கு எதிராக இருந்தால்  $\epsilon$  ஆம் கோவை குறிப்பிடும் திறன் இழப்பு

எதிரினமாக இருக்கும். அந்த நிலையில் மின்கலம் மின்திறனை உற்பத்தி செய்து கொண்டிருக்கும்.

அடுத்து 5 ஆம் சமன்பாட்டின் வலப் பக்கத்தில் உள்ள முதல் பதத்தைக் கருதலாம்.  $\frac{1}{2} \epsilon E^2$  என்பது நிலை மின்புலத்தின் அலகு பருமத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும் மின் ஆற்றலை அதாவது மின்ஆற்றல் அடர்த்தியைக் குறிப்பிடுவதாகக் கொள்ளலாம். அது போல  $\frac{1}{2} \mu H^2$  என்பது சீரான நிலைக் காந்தப்புலத்தின் அலகு பருமத்தில் தேங்கியுள்ள ஆற்றல் அடர்த்தி நேரத்தோடு புலவலிமை மாறும்போதும் அது தேங்கிய ஆற்றல் அடர்த்தியைத் தொடர்ந்து குறிப்பிடுவதாகக் கொண்டால், 5 ஆம் தொகையீட்டுக் கோவை  $V$  என்னும் பருமத்தில் தேங்கியுள்ள மொத்த ஆற்றலைக் காட்டுவதாக அமையும். இந்த அளவின் எதிரின் நேர் வருவிப்பு (negative time derivative) அப்பருமத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் செலவாகும் வீதத்தைக் குறிப்பிடும்.

$V$  என்னும் பருமத்திலிருந்து ஒரு நொடியில் இழக்கப் படும் ஆற்றல் அந்தப் பருமத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஆற்றலில் ஒரு நொடியில் ஏற்படும் குறைவு வெளியிலிருந்து அந்தப் பருமத்திற்குள் ஒரு நொடியில் நுழையும் ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். எனவே  $-\oint_V \vec{E} \times \vec{H} \cdot d\vec{a}$  என்னும் பதம் பருமத்தின் பரப்பு வழியாக ஒரு நொடியில் உள் நோக்கிப் பாயும் ஆற்றலைக் குறிப்பிடுவதாக இருக்கவேண்டும். அதன் எதிரினக் குறியை நீக்கிவிட்டால் அது  $V$  என்னும் பருமத்தைச் சூழ்ந்துள்ள பரப்பின் வழியாக ஒரு நொடியில் வெளிநோக்கிப் பாயும் ஆற்றலைக் குறிக்கும். இவ்வாறு  $\vec{E} \times \vec{H}$  என்னும் பதத்தின் தொகையீடு ஒரு மூடிய பரப்பின் வழியாக ஒரு நொடியில் பாயும் ஆற்றலைக் குறிப்பிடுகிறது.  $\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$  என்னும் திசையனுக்கு வாட் ச.மீ. என்னும் பரிமாணங்கள் அமைகின்றன. இந்தத் திசையன் பாயிண்டிங் திசையன் எனப்படுகிறது. பாயிண்டிங் தேற்றத்தின்படி எந்த ஒரு புள்ளியிலும்  $\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$  என்னும் திசையன் பெருக்கற்பலன், அப்புள்ளியில் அலகு பரப்பின் வழியாக ஒரு நொடியில் பாயும் ஆற்றலைக் குறிப்பிடும். பாய்வின் திசை  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  ஆகியவற்றின் திசைகளுக்கு நேர்குத்தாக,  $\vec{E} \times \vec{H}$  என்னும் திசையனின் திசையில் அமையும்.

$\vec{E} \times \vec{H}$  என்னும் பாயிண்டிங் திசையினை அலகு பரப்பின் வழியான திறன் பாய்வு எனக் குறிப்பிடலாம். சான்றாக, ஓர் அலை வீசி உணர் சட்டத்தைச் சூழ்ந்துள்ள பரப்பின் வழியாக  $\vec{E} \times \vec{H}$  ஐத் தொகையீடு செய்வதன் மூலம் உணர் சட்டத்திலிருந்து பெறப்படும் திறனை அளவிடலாம்.

கே.என். இராமச்சந்திரன்



## பாயில், ராபர்ட்

அயர்லாந்து அறிவியலாளர் ராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) வளிமங்களின் தன்மைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளால் புகழ் பெற்றார். இவர் அயர்லாந்திலுள்ள வாட்டர் ஃபோர்டு என்னும் ஊரில் 1627 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 25 ஆம் நாள் பிறந்தார். இங்கிலாந்தில் ராயல் கழகத்தைத் தொடங்குவதற்கு அடிப்படையாக விளங்கியோரில் இவரும் ஒருவர். வசதியும் பெருமையுமிக்க குடும்பத்தில் பதினான்காம் குழந்தையாக ராபர்ட் பாயில் பிறந்தார். 1635 ஆம் ஆண்டில் கோமான்சு படிக்கும் ஈட்டன் கல்லூரிக்குக் கல்வி பயில அனுப்பி வைக்கப்பட்டார். இவர் 1639-1644 இல் சுவிட்சர்லாந்தில் பேராசிரியர் ஒருவரிடத்தே கல்வி பயின்றார். அவர்கள் இருவரும் ஃபிரான்ஸ், இத்தாலி ஆகிய நாடுகளிலும் சுற்றுப்பயணம் செய்தனர்.

உள்நாட்டுப் போரின்போது இங்கிலாந்து திரும்பிய பின் பாயில் அவருடைய சகோதரியான கேத்தரினுடன் (ரானலே அம்மையார்) சேர்ந்து வாழ்ந்தார். சகோதரியின் மூலமாகப் பாயிலுக்குச் சாமுவேல் ஹார்ட்லிப் போன்ற புகழ் வாய்ந்தோருடன் சேர்ந்து பழகும் வாய்ப்பு கிடைத்தது. இதனால் ஆய்வு முறைகளில் பாயிலின் கவனம் திரும்பியது. 1645-1655 இல் பாயில் பெரும்பாலும் டார்செட் என்னும் இடத்தில் இருந்தார். அப்போது அவர் பல ஆன்மீகக் கட்டுரைகளை எழுதினார். அக்கட்டுரைகளில் சில 1655 ஆம் ஆண்டில் ORSS (Occasional Reflections upon Several Subjects) இல் வெளிவந்தது. சில சமயங்களில் பாயில் அவர் பண்ணை நிலம் தொடர்பாக அயர்லாந்தில் இருந்தார். அங்கு ஆய்வுக் கூடக் கருவிகள் கிடைக்காமையால் உடற்கூறைப் பற்றி ஆராய்ந்தார்.

1656-1668 இல் ஆக்ஸ்ஃபோர்டு பல்கலைக் கழகத்தில் பயின்றார். அப்போது அவர் காற்று எக்கியை (air



pump) கண்டுபிடிக்க உதவிய ராபர்ட் ஹூக் என்பாரின் உதவியாளராக இருந்தார். பாயில் அவர் உருவாக்கிய காற்று எக்கியின் உதவியால் காற்றைப் பற்றி ஆராய்ந்து அதன் தன்மைகளை விளக்கினார். மேலும் எரிதலுக்கும், சுவாசித்தலுக்கும், ஒலி ஊடுருவிச் செல்வதற்கும் காற்று மிக இன்றியமையாதது எனக் கண்டுபிடித்தார். பாயில் இக்கருத்தை 1660 இல் 'New Experiments physio-mechanical, touching the spring of the air and its effects' என்னும் கட்டுரையில் விளக்கியுள்ளார். 1662 ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்ட இந்த இதழின் இரண்டாம் பதிப்பில் 1661 ஆம் ஆண்டு ராயல் கழகத்தில் கொடுக்கப்பட்ட கட்டுரையில் சில திருத்தங்களைச் சேர்த்தார்; இப்போது அது பாயில் விதி எனப்படுகிறது. நிலையான வெப்பநிலையில் வளிமத்தின் பருமன், அழுத்தத்திற்கு எதிர் விகிதமாக மாறுகிறது என்பதே அவ்விதியாகும்.

1661 ஆம் ஆண்டில் 'The Sceptical Chymist' என்னும் ஆய்வேட்டில் அரிஸ்டாட்டிலின் புவி, காற்று, நெருப்பு, நீர் என்னும் நான்கு தனிமத் தத்துவத்தையும் பாராசீஸ் என்பாரின் உப்பு, கந்தகம், பாதரசம் என்னும் முக்கொள்கையையும் வன்மையாகக் கண்டித்து எழுதினார். இக்கொள்கைக்கு மாறாக, முதன்மையான துகள்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட நுண்ணிமக் கொள்கையை (corpuscle theory) உருவாக்கினார். எனவே, அனைத்து இயற்கைத் தத்துவங்களும் அரிஸ்டாட்டிலின் நான்கு தனிமத் தத்துவத்தின் அடிப்படையால் விளக்கப்படாமல் முதன்மைத்துகள்களின் இயக்கத்தையும் அடிப்படை அமைப்பையும் வைத்து விளக்கப்பட்டன. பாயில் 19 ஆம் நூற்றாண்டில் தனிமங்களைப் பற்றிக் கருத்துக் கூறவில்லை. ஆயினும் இவரின் கருத்துகள் தனிமங்களுக்கு முன்னோடியாக இருந்தன எனலாம்.

1668 இல் மீண்டும் அவர் சகோதரியான கேத்தரினுடன் லண்டனில் சேர்ந்து வாழ்ந்தார். தம் வாழ்நாளின் இறுதியில் ஆய்வுக் கூட உதவியாளர்களை வைத்துக் கொண்டு ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்தார். அவர்களில் ஒருவர் வேதிப் பொருள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையை நிறுவினர். இது 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் வரை தனித்தன்மை பெற்று விளங்கியது.

பாயில், தம் ஆய்வில் உலோகங்களை நீற்றுதல் (calcination) செய்து அமில, காரப் பொருள்களை வேற்றுமைப் படுத்தும் முறையொன்றைக் கண்டறிந்தார். இது காட்டிகளைப் பயன்படுத்தும் முறைக்கு முன்னோடியாக விளங்கியது. பாயில் வணிகத்திலும் தயாரிப்புத் தொழில் நுட்ப துறைகளிலும் ஆர்வம் காட்டினார். பாயில் சிறு உயிர்களை ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்துவதை விரும்பவில்லை. இவர் பெரும் புகழ்

மிக்வராய் விளங்கினார். வெளிநாட்டுப் பண்டிதர்கள் இங்கிலாந்திற்கு வரும்போது அவரைக் காணாமல் செல்வ தில்லை. அவர் வாழ்நாளிலும், அவர் இறப்பிற்குப் பின்னும் அவரைப் பற்றிப் பலர் தங்கள் பாடல்களில் கூறியுள்ளனர். பாயிலின் ஆன்மீக மற்றும் அறிவியல் கட்டுரைகளும் கருத்துக்களும் பிறரைத் தாக்குபவையாகவோ கருத்து வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்துபவையாகவோ அமையவில்லை. அவர் உண்மையான பிராட்டெஸ்டன்ட் மதத்தவராய் இருந்தார். கிறிஸ்தவ மதம் பல்வேறு நாடுகளில் பரவப் பொருளுதவி செய்தார். அயர்லாந்தில் வளமையாக இருந்து வந்த பழைய ஏற்பாட்டைப் புதுப்பித்து வெளியிடப் பாயில் உதவினார். 1690இல் 'The Christian Virtuoso' என்னும் ஏட்டில் இவர் எழுதிய கட்டுரையில் இயற்கையை நாள்தோறும் ஆராய்வதும் ஆன்மீக ஒழுக்கத்தின் கட்டாயம் என வலியுறுத்தியுள்ளார். ராபர்ட் பாயில் 1691 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 30 ஆம் நாள் லண்டனில் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

## பாயில் விதி

சற்றுக் குறைந்த அழுத்தத்திலும் உயர் வெப்ப நிலையிலும் அனைத்து வளிமங்களும் மூன்று எளிய விதிகளுக்கு உட்படுகின்றன. இவ்விதிகள் வளிமத்தின் கன அளவு, அதன் வெப்பநிலை, அழுத்தம் இவற்றிற்கு உள்ள தொடர்பினை எடுத்துரைக்கின்றன. இவ்விதிக்கு உட்படும் வளிமங்களை நல்லியல்பு வளிமங்கள் (ideal gases) எனவும், விதிகட்கு உட்படா வளிமங்களை இயல்பு வளிமங்கள் (real gases) எனவும் குறிப்பிடலாம். இவ்விதிகள் நல்லியல்பு வளிம விதிகள் எனப்படும். வெப்பநிலை அல்லது அழுத்தம் மாறுபடும்போது வேதிஅமைப்புகளில் மாற்றம் அடையாத வளிமங்களுக்கே இவ் விதிகள் பொருந்தும். அவற்றுள் ராபர்ட் பாயில் என்பார் வகுத்து ரைத்த விதி ஒன்றாகும். அவர் பெயரைச் சார்ந்தமைந்த பாயில் விதி, மாறா வெப்பநிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள வளிமத்தின் கன அளவும் அதன் அழுத்தமும் எதிர்விகிதத் தொடர்பைப் பெற்றுள்ளன எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

வி.அ. இளவழகன்

## பார்க்கின்சோன் நோய்

இது நரம்பியல் தொடர்பான கொடிய நோயாகும். பார்க்கின்சன் நோயில் நடுக்கம், உடல் அசைவு குறைவு, கடும் தசையிறுக்கம்

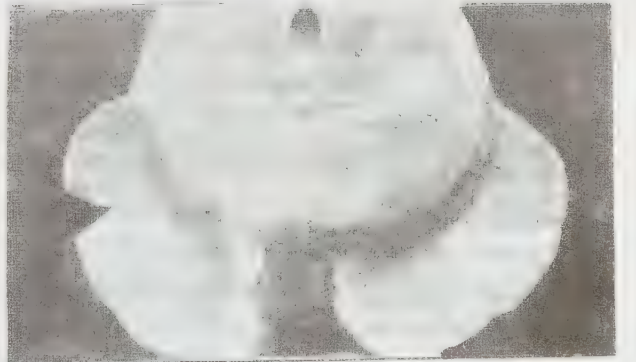
ஆகிய விளைவுகள் முதன்மையாக ஏற்படுகின்றன. மேலும் நிலையில் மாறுபாடுகளும் ஏற்படக்கூடும். இயக்கு தசையின் கோளாறுகளாகப் பேச்சு முதற்கொண்டு விழுங்குதல் வரை பல மாறுதல்கள் ஏற்படும். இந்நோய் மூளையில் உள்ள ஆம்நிலைக்கருக்களில் (basal ganglia), அசெட்டைல் கோலின் டோப்பமைன் இவற்றின் சமநிலை மாறுபாட்டால் ஏற்படுவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். சமநிலை மாறுபாட்டால், அசெட்டைல்கோலின் அளவு மிகுதியாகவும் டோப்பமைன் அளவு குறைவாகவும் அமைவதால் இந்நோய் உண்டாகிறது.

டோப்பமைனின் இயக்கத்தை அதிகரிக்கும் மருந்துகளாக லிவோடோப்பா, அபோர்ஃபின், அபோமாஃபின், எர்கோலின், லெர்கோட்ரில், லைசரைட், புரோமோகிரிப்டின், டெப்ரினைல், அமான்ட்டின் ஆகியவை விளங்குகின்றன.

அசெட்டைல்கோலின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் மருந்து களாக அட்ரோபின், பென்ஸ்ட்ரோபின், டிரைஹெக்சிபெனிடில், புரோசைக்ளிடின், சைக்கிரிமின், பைப்பெரிடின் ஆகியவையும், ஹிஸ்டமைன் எதிர்மருந்துகளாக ஆஃபெனாட்ரின், டைஃபென்ஹைட்ரமைன், குளோஃபெனாக்ஸ்மின் ஆகிய வையும், ஃபினோதயசின் வழிவந்ததாக எத்ரோப்ரோப்பசினும் விளங்குகின்றன.

லிவோடோப்பா. டோப்பமைனின் முன்னோடியான இது ட. டோப்பா எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. டோப்பா என்னும் சொல் டைஹைட்ராக்சிஃபீனைல் அலனின் என்பதன் சுருக்கமாகும்.

இயக்கம். வாய் மூல் உட்கொள்ளப்படும் ட.டோப்பாவின் 95% டோப்பா டீகார்பாக்சிஸ் புறத்தில் (periphery) டோப்பமைனாக மாற்றப்படுகிறது. டோப்பமின் குருதி மூளைத் தடையை (blood brain barrier) மீறி மைய நரம்பு மண்டலத்தினுள் செல்ல முடியாததாக உள்ளது. எனவே மூளையில் டோப்பமின் அளவை அதிகரிப்பதற்கு மிகுதியாக



பார்க்கின்சோனிய நோய்



உட்கொள்ள வேண்டும். மைய நரம்பு மண்டலத்தில் நுழைந்த ட. டோப்பா அங்குள்ள டோப்பா டிகார்பாக்சிலேஸ் நொதியால் டோப்பாமினாக மாற்றப்பட்டு இயக்கம் விளைவிக்கிறது. மூளைக்குள் செல்லும் ட. டோப்பாவின் அளவை அதிகரிக்க, கார்பிடோப்பா என்னும் மருந்தைச் சேர்த்துக் கொடுக்க வேண்டும். இம்மருந்துகள் புற டிகார்பாக்சிலேஸ் இயக்கத்தை ஒடுக்குவதன் மூலம் மூளைக்குள் எடுத்துச் செல்லப்படும் ட. டோப்பாவின் அளவை அதிகரிக்கின்றன.

**மருந்தளவு.** 1 கிராமில் தொடங்கிப் படிப்படியாக மருந்தை உயர்த்த வேண்டும். நோயின் முன்னேற்றத்திற்குத் தகுந்தபடி 8 கிராம் வரை உயர்த்தலாம். மருந்தின் பயன் தெரிய 1-4 மாதங்கள் ஆகலாம்.

**பக்க விளைவுகள்.** குமட்டல், வாந்தி, நிலை மாற்றக் குருதிக் குறை அழுத்தம், ஒழுங்கற்ற இதயத்துடிப்பு ஆகியன ஏற்படக் கூடும். இம்மருந்தை நெடுங்காலம் உட்கொள்வோருக்குக் கை, கால் வளைவு, மனச்சோர்வு, மிகைக் கற்பனை, கனவு போன்றவை ஏற்படலாம்.

**பயன்படுத்தா நிலைகள்.** குறுகிய கோண கண்மிகு உள்ளழுத்தம், மூளைக் கோளாறு, இதய நோய், சிறுநீரக நோய், வலிப்பு நோய் உடையோர் இதைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

**அபோர்ஃபின்.** இது இந்நோயின்போது முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட மருந்தாகும். டோப்பமின் உற்பத்தியை தூண்டும். ஆனால் சிறுநீரகச் சிதைவை ஏற்படுத்துவதால் இதை இப்போது பயன்படுத்துவதில்லை.

**அமான்ட்டின்.** இது மீனவரஸ் எதிர்மருந்தாகும். மைய நரம்பு நுனியிலிருக்கும் டோப்பமினை வெளியேற்றி இயக்கத்தை உருவாக்கும். இது ட. டோப்பாவை விடத் திறன் குறைந்தது.

**புரோமோகிரிப்டின்.** ட. டோப்பாவால் பயன் அடையாதோர் இதனால் பயன் பெறலாம். விலையுயர்ந்த இம்மருந்து தாய்ப்பால் சுரப்பை அதிகரிக்கவும் கொடுக்கப்படுகிறது.

**டெப்ரினைல்.** இது பெருமூளையில் டோப்பாமினின் வளர்சிதை மாற்றத்தை ஒடுக்கி, டோப்பாமினை ஆழ்நிலைக்கருக்களில் மிகுதியும் தேக்கி வைக்க உதவுகிறது.

**அசெட்டைல்கோலின்** இயக்கத்தை எதிர்க்கும் மருந்துகள். அட்ரோபினுக்கு இணையான இச்செயற்கை மருந்து, ட. டோப்பாவால் பயன் பெறாதோருக்கு உதவும். இது ட. டோப்பாவின் இயக்கத்துடன் சேர்ந்து பெரும்பயன் தரும். மருந்துகளின் நச்சு விளைவால் உண்டாகும் பார்க்கின்சோனிய நோயில் இது முதன்மையாகப் பயன்படுகிறது. இம்மருந்து

நடுக்கத்தை நன்கு குறைக்கிறது. தசையிறுக்கம், உடல் அசைவுக் குறைவு ஆகியவை ஓரளவே சீரடைகின்றன.

**ஹிஸ்டமின் எதிர் மருந்து.** அசெட்டைல்கோலின் எதிர்ப்பண்புகள் இதற்கு உள்ளமையால் இது பெரிதும் பயனாகும்.

**ஃபினோதயசின் வழி வந்த மருந்து.** பொதுவாக ஃபினோதயசின், பார்க்கின்சோனிய நோயை உருவாக்கக் கூடியது. ஒரு சில மருந்துகள் அசெட்டைல்கோலின் எதிர்ப்பண்பு காரணமாகப் பயன்படுகிறது. எ-டு: எதோஃபுரோஃபசின்

ச. ஆதித்தன்

## பார்செக்

ஒரு விண்மீனின் சூரியன் மையத் தோற்றப்பிழை ஒரு விகலை (second) எனில் அவ்விண்மீன் உள்ள தொலைவு ஒரு பார்செக் எனப்படும். பார்செக் (parsec) என்பது parallax of one second என்னும் ஆங்கிலச் சொற்றொடரின் சுருக்கம் ஆகும். இடமாறு தோற்றப்பிழை (parallax) என்பது இரண்டு விண்பொருள்களுக்கிடையில் காணப்படும் கோண விலக்கம் ஆகும்.

சூரியனிலிருந்து புவியின் தொலைவு  $r$  எனவும் சூரியனிலிருந்து விண்மீனின் தொலைவு  $d$  எனவும் இருப்பின்

சூரியனின் மையத் தோற்றப்பிழை =  $r/d$  ஆரையன்

$$= r/d \times 180/\pi \times 60 \times 60 \text{ விகலை}$$

$$= r/d \times 206265 \text{ விகலை}$$

சூரியன் மையத் தோற்றப்பிழை ஒரு விகலை எனில்  $d$  என்பது ஒரு பார்செக்கின் அளவைக் குறிக்கும்.

எனவே,

$$l = r/d \times 206265$$

$$d = 206265 \times r$$

$$r = 1488 \times 10^5 \text{ கி.மீ. ஆகும்}$$

$$\therefore d = 206265 \times 1488 \times 10^5 \text{ கி.மீ.}$$

$$\therefore 1 \text{ பார்செக்} = 30.692 \times 10^{12} \text{ கி.மீ. ஆகும்.}$$

$$\text{ஓர் ஒளியாண்டு} = 9,465 \times 10^{12} \text{ கி.மீ. ஆதலால்}$$

$$1 \text{ பார்செக்} = 3.2616 \text{ ஒளியாண்டுகள் எனவும் குறிப்பிடலாம்.}$$

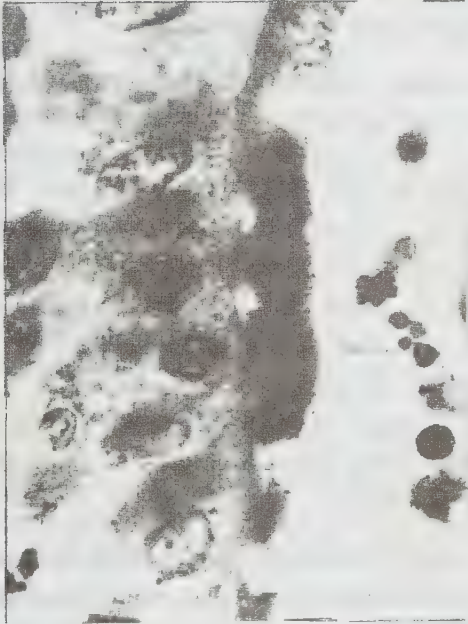
பெ. துரைசாமி



## பார்டெட்டல்லா பெர்டுசிஸ்

இது கக்குவான் நோய்க்குக் காரணமான கிராம் எதிர் நுண்ணுயிரியாகும். கக்குவான் நோய், தீவிரத் தொற்றும் தன்மையுடன் எளிதில் பரவி, மூச்சு மண்டலத்தைப் பாதிக்கிறது. இரவில் குழந்தைகளில் திடீரென்று இருமல் தோன்றி, நீண்ட நேரம் நீடித்து, வாந்தியில் முடிகிறது. இதனால் இது கக்குவான் இருமல் எனப்படுகிறது.

இந்நோய் பெரும்பாலும் 5 வயதுக்குக் குறைந்த குழந்தைகளையே பாதிக்கிறது. குளிக்காலத்தில் தோன்றும் இந்நோய், பெண் குழந்தைகளையே பெரிதும் தாக்குகிறது. இருமலின்போது வெளிப்படும் எச்சில் துகள் மூலம் இந்நோய் பரவுகிறது. இந்நோயில் மூக்கு ஒழுக்கு நிலை, திடீர் இருமல் நிலை, சீரடை நிலை என மூன்று நிலைகள் உள்ளன. மூக்கு ஒழுக்கு நிலை மெதுவாக 1-2 வாரங்கள் நீடித்து, இடைவிடாத இருமலுடன் இரவில் வாந்தியுடன் முடிவடைகிறது. பசியின்மை, காய்ச்சல், தும்மல் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. திடீர் இருமல் நிலை 2-4 வாரங்கள் நீடிக்கிறது. திடீரென்று இருமல் தோன்றி வெளி மூச்சு விடுவதில் கடினம் ஏற்படுகிறது. பின்னர் ஆழ்ந்த உள்மூச்சுடன் காற்று திடீரென்று குரல் நாண் வழியாகச் செல்லும் நிலை ஏற்படுகிறது. இதன் பின்னர் சளியும் வாந்தியும் உண்டாகின்றன. சீரடையும்போது அனைத்து அறிகுறிகளும் படிப்படியாக மறைகின்றன.



பார்டெட்டல்லா பெர்டுசிஸ்

(Bordetella pertussis)

நோய் அறுதியிடல். பார்டெட்-கெங்கு (Bordet-gengou) குருதி அகார் ஊடகத்தில் நோய் நுண்ணுயிரிகள் நன்கு வளர்ச்சியடைகின்றன. குருதி ஆய்வில் வெள்ளணுக்களின் எண்ணிக்கை மிகுந்திருப்பதோடு நினைச் (lymphocyte) செல்களும் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இந்நோயின் சிக்கல்களாக நுரையீரல் அழற்சி, நுரையீரல் சுருக்கம், நுரையீரல் உறையில் காற்று, வலிப்பு, உறை அழற்சி ஆகியவை தோன்றுகின்றன.

குழந்தைகளுக்கு உரிய காலத்தில் முத்தடுப்பு ஊசி போட்டிருப்பின் இந்நோய் வராது. நோய் தோன்றிய பின்னர் டெட்ராசைக்கிளின், எரித்ரோமைசீன் போன்ற மருந்துகளுடன் மிகை ஏமநலமுறு குருதி வடிநீர் (hyper immune convalescent serum) 20 மி.லி. அலகில் சிரை வழியாக 2-3 நாள் இடைவெளியில் கொடுக்கலாம்.

அ. சுதிசேசன்

## பார்த்தீனியம்

இது தென் அமெரிக்காவில் உள்ள ஐமெக்கா மாநிலத்தைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இதன் தாவரவியல் பெயர் பார்த்தீனியம் ஹிஸ்டிரோஃபோரஸ் (Parthenium hysterophorus) என்பதாகும். இது 1956 இல் இறக்குமதி செய்யப்பட்ட கோதுமையுடன் கலந்து வந்துவிட்டது. இதன் மறுபெயர் காங்கிரஸ் புல், காரட்டுப் புல், காஜர் கிராஸ், கட்டாக் சந்திலி என்பனவாகும்.

பரவல். இது காற்றில் 25 மீ. உயரத்திற்கும் மேல் பறந்து பரவுகிறது. இவ்வாறு பறப்பதற்கு ஏற்றவாறு வளைந்த மயிர்ப்பகுதி உள்ளது. ஒரு செடிக்கு ஏறத்தாழப் பத்தாயிரம் விதைகள் உள்ளன. விதைகள் அனைத்தும் எவ்விதக் களர் நிலத்திலும் ஓரளவு நீர் இருந்தாலே முளைக்கும் தன்மையுடையன. ஆண்டிற்கு நான்கு முறை பூக்கும் தன்மையுடையனவாகையால் விதைகள் முதல் தலைமுறையில் பத்தாயிரம், அடுத்த தலைமுறையில் பத்துக்கோடி என்று பெருகி நாலாம் தலைமுறையில் எண்ணற்றவையாகின்றன.

நச்சு. பார்த்தீனின், அம்புரோசின் என்னும் நச்சுச் சத்துகள் இந்தத் தாவரங்களில் உள்ளன. இதனால் அரிப்பு, சிவப்பு, தடிப்பு, கொப்புளம், மூக்கடைப்பு, மூக்கில் நீர் வடிதல், நீர்க்கட்டு, ஆஸ்துமா நோயாளிகளின் மூச்சுவிடக் கடினப்படுதல், பார்த்தீனியா இரை எடுக்கும் கால்நடைகளின் பால் கசத்தல், விளைச்சலைப் பாதித்தல், சிற்றினக் களைக்

கொல்லி போன்ற பாதிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. மருத்துவர்கள் இந்நோயைத் தடுக்கப் பார்த்தீனியத்தால் பாதிக்கப்பட்ட 4 விழுக்காட்டினரைப் பார்த்தீனியம் இராத ஊர்களுக்குக் குடிபெயரப் பரிந்துரைக்கின்றனர்.

பார்த்தீனிய மகரந்தம் காற்றுக் காலங்களில் காற்றில் கலந்துள்ளமை அறியப்பட்டுள்ளது. பார்த்தீனிய இரையெடுக்கும் கால்நடைகளின் பால் கசக்கும் என்றும் அப்பாலில் பார்த்தீனின் நச்சு உள்ளமையால் மனிதருக்குத் தீங்கு விளையும் என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது. பார்த்தீனியம் மட்டும் இரையாகப் போடப்பட்ட மாடுகள் அணைத்தும் தோல் அழற்சி ஏற்பட்டுப் பின் குடல் புண் வந்து ஒரு மாதத்திற்குள் இறந்துவிட்டன.

பயன். காகித அட்டை செய்யவும், மாட்டுச் சாணத்துடன் சேர்த்து எரிவளிமம் தயாரிக்கவும், பசுந்தாள் உரமாகவும், காய்ச்சலைக் குறைப்பதற்கும், நரம்புகளில் ஏற்படும் வலியைப் போக்கவும், மருத்துவப் பூச்சி கொல்லியாகச் சில நோய்களுக்கு மருந்தாகவும், வயிற்றுப் போக்கு மருந்தாகவும், சிறந்த டானிக்காகவும், சிறு தாவரக் கொல்லியாகவும், குருதிக் கடுப்பைச் சீராக்கவும், பெண்களுக்கு மாதவிடாய் தொடர்பான நோய்களைக் குறைக்கவும், பார்த்தீனின் புற்று நோய் மருந்தாகவும் பார்த்தீனியம் பயனாகிறது. பார்த்தீனியத்தால் ஏற்படும் நன்மைகளைவிடத் தீமைகளே மிகுதி என்பதால் இதைப் பயன்படுத்தி எவரும் நோயை ஒழிப்பதில்லை.

வேதிக் களைக் கொல்லி. இளஞ்செடிகளைக் கட்டுப்படுத்த 2, 4-டீ அல்லது எம்.சி.பி.ஏ. மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 3 கி.கி.வீதம் 700 லி. நீரில் கலந்து விசைத் தெளிப்பான் மூலம் தெளிக்கலாம். களை முதலில் வாடி, இலைகள் மஞ்சள் நிறமாக மாறி, பின்பு ஒரு வாரத்தில் கருகிவிடுகின்றன. பூத்த செடிகளைக் கட்டுப்படுத்த 2, 4 - டீ மற்றும் பாரகுவாட் என்னும் கலவையை 2 கி.கி. வீதம் கலந்து தெளிப்பதால் அழிக்கலாம். அன்தான்-529 களைக் கொல்லியை ஹெக்டேருக்கு 4லி.வீதம் 600லி. நீரில் கலந்து தெளிக்கலாம். 2,4டீ, கிராமாக்சோன் ஆகிய இரு களைக்கொல்லிகளையும் சேர்த்து 2.2 + 2 கி.கி. வீதத்தில் ஒவ்வொரு ஹெக்டேருக்கும் 600 லி. நீரில் கலந்து தெளிக்கலாம்.

பூச்சி. சைகோகிராமே (Zygogramme), ஸ்மிக்ரோனிக்ஸ் (Smicronyx), எப்பிளெமா (Epillema) என்னும் மெக்சிகோ நாட்டுப் பூச்சிகள் பார்த்தீனியத்தை அழிக்கின்றன. ஆயின் இப்பூச்சிகளை வளர்த்தால் பார்த்தீனியத்தை அழித்தபின் அவை வேளாண் தாவரங்களைத் தின்றுவிடும் தீமை உள்ளது.

பார்த்தீனியத்தை முளைக்க அல்லது பூக்கவிடக்கூடாது. பார்த்தீனிய விதை முளைத்ததும், பூக்குமுன் எடுத்து உரக்குழியினுள் போடவேண்டும். இம்முயற்சியில் ஒரே ஒரு செடியை விட்டுவிட்டாலும் பார்த்தீனியம் மீண்டும் வளர்ந்து விடும். வெற்று நிலங்களில் பார்த்தீனியச் செடி முளைத்தால், அதன் மீது நடந்து செல்லலாம். இளம் பார்த்தீனியச் செடிகளை வெறும் கையால் வேருடன் எடுத்து உரக்குழியினுள் போடலாம். முன் எச்சரிக்கையாகக் கையுறை அல்லது துணிப்பையைப் கைகளில் கட்டிக் கொண்டு எடுப்பது மிக நல்லது. சாலை ஓரங்களிலும், தரிசு நிலங்களிலும் இச்செடி முளைத்தவுடன் சில ஆண்டுகளுக்குச் சாலை போடப் பயன்படும் உருளைக்கல்லை உருட்டி இச்செடிகளை நசுக்கி அழிக்கலாம்.

கோயம்புத்தூரிலுள்ள தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம் 1 லி.நீரில் 200 கிராம் சமையல் உப்பைக் கரைத்து, 1மி.லி.டீப்பால் என்னும் சலவைச் சோப்பு நீர்மத்தைக் கலந்து, வெயிலில் பார்த்தீனியத்தின் மீது தெளித்தால் இதைக் கட்டுப்படுத்தலாம் என்று கண்டுபிடித்துள்ளது. இதை எளிமைப்படுத்தி 5லி.நீரில் 5 கிராம் சலவைத்தூளைக் கரைத்து 1கி.கி.சமையல் உப்பைக் கரைத்து வெயிலில் பார்த்தீனியத்தின் மீது தெளிக்கலாம். வீட்டில் சலவைக்குப் பின் வீணாகக் கீழே கொட்டும் கழிவு சோப்பு நீரில் 5 பங்குக்கு 1 பங்கு சமையல் உப்பைக் கரைத்து, வெயிலில் பார்த்தீனியத்தின் மீது தெளிக்கலாம்.

பூத்த பார்த்தீனியச் செடிகளைக் கட்டுப்படுத்த மேற்காணும் முறையே சிக்கனமானதும், எளிமையானதும் ஆகும். இளம் பார்த்தீனியச் செடிகளை அழிக்க ஓரளவு மருந்தே போதும். பூத்த செடிகளை அழிக்க மேற்கூறிய மருந்தைத் தெளித்தால் களையின் இலைகள் ஐந்து நிமிடங்களுக்குள் வாடிவிடும். பின் பூக்கள் மூன்று நாள்களிலும், தண்டு ஏழு நாள்களிலும் கருத்து விடுவதைக் காணலாம். உப்பு, சோப்புக் கரைசல், களையிலுள்ள விதைகளையும், நிலத்தின் மேலுள்ள விதைகளையும் முளைக்க விடாமல், ஓரளவு கட்டுப்படுத்தும். இம்மருந்தைத் தெளிக்க கைத் தெளிப்பாணையோ, விசைத் தெளிப்பாணையோ பயன்படுத்தினால் பெரும் பயன் கிடைக்கும்.

களை சாகுந்தன்மை. வெயிலில் நீர் உடனுக்குடன் ஆவியாகிவிடுவதால், செடிக்கு வறட்சி ஏற்பட்டு அழிந்து விடுகிறது. இதற்குப் புறச்சவ்வுடு பரவல் முறை (exosmosis) என்று பெயர்.

பார்த்தீனியத்தை ஓரளவிற்குக் கட்டுப்படுத்தும் இயற்கைச் செடிகளைப் பாதுகாக்க வேண்டும். தும்பை,



கொஞ்சி, ஆவாரம் பூச்செடி, பொன் ஆவாரை, நித்தியக் கல்யாணி, நிலவாகை, தகரை, அவுரி, துளசி, அகத்தி போன்ற செடிகளை இனங்கண்டு பார்த்தீனியத்தை அழிக்க வேண்டும். இவற்றுள் சிலவற்றை உரத்திற்காககூடச் சில ஆண்டுகளுக்கு வெற்று நிலங்களில் இருந்து எடுக்காமல் இருக்க வேண்டும்.

தென் அமெரிக்க மாநிலத்தில் முதலில் தோன்றி தார்வாடு நகரத்தில் பரவியிருக்கும் காசியா-செரிசெயா நச்சுக் களையின் உயிர்ச் சத்தையே உறிஞ்சி, அதை வெறும் குச்சிகளாக்கி விடுகிறது. இது மக்கி அதன் விதை மற்றும் இலையின் சாறு இறங்கும் இடங்களில் கோடிக்கணக்கான பார்த்தீனிய விதைகள் இருந்தாலும் அவை முளைக்கா. இதற்குக் காரணம் காசியாவில் உள்ள கொலின் என்னும் சத்தாகும்.

பயன். காசியா, ஆவாரம் பூச்செடியின் ஒரு சிற்றினம் ஆகும். இது மஞ்சள் தோல் நோயை நீக்கும் மருந்தாகவும் மலமிளக்கியாகவும் துளிர் இலைகளைக் கீரைக்கறியாகச் செய்து சாப்பிடவும், செடியிலிருந்து ஒட்டுப்பசை தயாரிக்கவும் பயன்படும். காசியா செரிசெயா ஒரு நச்சுத்தன்மையற்ற களைச் செடியாகும்.

காசியா ஆண்டிற்கு ஒரு முறை வாழும் செடியாகும். ஒரு செடி 400 விதைகளையே தரும். விதைகளில் தடித்த தோல் பகுதி உள்ளமையால் அப்பகுதி சிதைந்து முளைக்க 4-6 மாதங்கள் ஆகும். கோடிக்கணக்கான விதைகளைப் பரப்புவதால் பார்த்தீனியத்தின் இடத்தைப் பிடிக்கக் காசியாவிற்கு 3-6 ஆண்டுகள் ஆகும். காசியாவை வளர்க்க ஒரே ஆண்டுகள் ஆகும்.

காசியா விதை முடக்கத்தை நீக்குதல். காசியா விதையின் மேல் ஒரு தடித்த தோல் பகுதி உள்ளது. நீர் வசதி இருந்து இதை வளர்க்க விரும்பினால், விதைகளைக் காய்களில் இருந்து பிரித்துவிட்டு, 12 நிமிடங்கள் அடர்ந்த அமிலத்தில் கலக்கி விட்டுக் கொண்டே அமிலக்குளியல் செய்ய வேண்டும். பின் அதிக நீர் அல்லது ஓடும் நீரில் கழுவ வேண்டும். இதை ஈரமாகவோ உலர்த்தியோ பார்த்தீனியம் நீக்கப்பட்ட நிலத்தை உழுது, 15 செ.மீட்டருக்கு ஒன்று வீதம் நிலத்தினுள் நட்டுச் சிறிதளவு மண்ணால் மூடிச் சிறிது நீர் விட வேண்டும். நட்ட 48 மணி நேரத்தில் விதை இரு விதைகளுடன் முளைத்து 45 ஆம் நாளில் மஞ்சள் நிறப் பூக்கள் பூத்துப் பின் காய் காய்க்கும். 120 நாட்களுக்குப் பின் காய்ந்த காய்களை இரு வாரத்திற்கு ஒரு முறை சேகரிக்கலாம். விதைகளைத் திரட்டி அமிலக் குளியல் செய்தால் அனைத்து விதைகளும் முளைக்கும். அமிலக்குளியல் செய்யப்பட்ட காசியா விதைகளை 15-30 நாட்களில் நட்டுவிட வேண்டும்.

விதைகளைக் காய்களிலிருந்து எளிதாகப் பிரிக்க நெல் அறவை எந்திரத்தில் இடலாம். மேலும் விதைகளில் உள்ள தடித்த தோல் பகுதியை நீக்க அமிலக் குளியலை விடப் பின்வரும் எளிய முறைகளைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். ஐந்து பங்கு விதைக்கு ஒரு பங்கு உலர்ந்த மண்ணைச் சேர்த்து 10 நிமிடங்களுக்குக் கல் உரலில் இட்டு இரும்பு உலக்கையால் இடிக்க வேண்டும். அல்லது 500 கிராம் காசியா விதைகளை நன்கு அரைக்க வேண்டும். மேலே கூறிய இரு முறைகளின் மூலம் பக்குவப்படுத்தப்பட்ட விதைகளைத் தேவைப்படும் போது நட்டுக் கொள்ளலாம்.

பார்த்தீனியத்தை ஒழிக்கும்போது புல், பூண்டு போன்ற இயற்கைச் செடிகளை வேருடன் அகற்றுவதால் அந்த இடத்தில் ஆண்டிற்கு நான்குமுறை பூக்கும் பார்த்தீனியம் எளிதில் வளர்ந்துவிடுகிறது. மேலும் காலப்போக்கில் சிற்றினத் தாவரங்களை முழுவதுமாக அழித்துவிடுகிறது.

மருத்துவம். பார்த்தீனிய நச்சுக்கு வெறும் வயிற்றில் அருகம் புல் சாறு அல்லது வாழைத் தண்டுச் சாறு, சுண்ணாம்பு மிகுந்த பதநீர் இவற்றைக் கொடுக்கலாம்.

ஜி. காசிராஜன்

## பார்பரி ஆடு

வெப்பப்பகுதிகளில் காணப்படும் வெள்ளாட்டு இனங்களில் பார்பரி இனமும் ஒன்று. இவை வட இந்தியாவில் வளர்க்கப்படுகின்றன. பொதுவாக வெள்ளாடுகள் உருவில் சிறியன. எனவே இவற்றைக் கையாள்வது எளிது. மகளிரும் குழந்தைகளும் இவற்றைப் பராமரிக்க முடியும் என்பதால் பெருமளவில் வீடுகளில் வளர்க்கப்படுகின்றன. எளிதில் வளர்க்கக் கூடியனவாகையால் இந்த ஆடுகளை 'ஏழைகளின் பசு' என்பர். வெள்ளாடு தாவரங்களின் இலைகளையே பெருமளவில் உட்கொள்கிறது. பொதுவாக மனிதர்களால் ஒதுக்கப்பட்ட பொருள்களை உட்கொண்டு மனிதனுக்குப் பயன்படும் இறைச்சியையும் பாலையும் அளிக்கிறது. குறைந்த செலவில் கூடுதல் வருவாய் தரும் தன்மை பெற்றது.

வெள்ளாடு மனிதப் பயன்பாட்டிற்காக முற்காலத்திலிருந்தே பயன்பட்டு வருகிறது. இன்று வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்காகப் வளர்க்கப்படும் வெள்ளாடு காடுகளில் முற்காலத்தில் எந்தவிதக் கட்டுப்பாடுகளின்றி திரிந்து வந்தக் காட்டின வகையில் இருந்தே தோன்றியிருக்கிறது. இது போவிடே குடும்பத்தில் ஆர்டியோடாக்கடலா வரிசையில்,



ருமினன்ஷியா துணை வரிசையில், கேப்ரைன் பிரிவில், பார்பரி இனத்தில் அமைந்துள்ளது.

இயல்பு. உத்திரப்பிரதேசத்தில் இட்டாவா, ஆக்ரா, மதுரா போன்ற இடங்களில் இவ்வகை ஆடு காணப்படுகிறது. குட்டையான முடியும், வெள்ளை மற்றும் பழுப்பு நிறக் கலவையும் கொண்டது. பார்பரி ஆண் ஆடு ஒன்றின் எடை 40-50 கி.கி. இருக்கும். பெண் ஆடு ஒன்றின் எடை 30 - 50 கி.கி. இருக்கும். இதன் பால் உற்பத்தியின் அளவு ஆண்டு ஒன்றிற்கு 150 கி.கி. ஆகும். இது இறைச்சிக்கும் ஏற்ற ஆடாகும். இதற்கு இனப்பெருக்கத் திறன் மிகுதி. பார்பரி இன ஆடுகளில் இரட்டை மற்றும் மூன்று குட்டிகளின் பிறப்பு விகிதம் கூடுதலாகும். 12 - 15 மாதத்தில் இரண்டு முறை குட்டி ஈனும் திறன் பெற்றது. மேலும் இதைத் தமிழ்நாட்டில் காணப்படும் வெள்ளாட்டு இனங்களோடு கலப்பினம் செய்வதன் மூலம் பால் உற்பத்தியும் குட்டிப் போடும் திறனும் பெருக வாய்ப்புள்ளது.

வே. ஜெயா கிறிஸ்டி

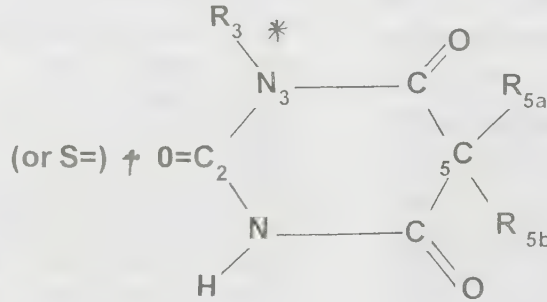
## பார்பிச்சரேட்

இது உறக்கத்தை ஏற்படுத்தப் பயன்படும் மருந்தாகும்.

யூரித்தேன் என்னும் வேதிப்பொருளுக்கு உறக்கத்தை ஏற்படுத்தும் பண்பு இருந்தமை முதலில் அறியப்பட்டது. எனவே பிற யூரியா வழிவந்த வேதிப் பொருள்கள் ஆராயப்பட்டன. இதன் மூலம் பார்பிச்சரிக் அமிலத்தின் வழி வந்தவை பயனுள்ள உறக்க மருந்துகளாக விளங்குவதைக் கண்டறிந்தனர்.

இயக்கம். பார்பிச்சரேட் வகை மருந்துகள் அனைத்தும் நரம்பு மண்டலத்தை ஒடுக்கும் மருந்துகளாகும். இவை மைய நரம்பு மண்டலத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் நரம்புச் செல்களின் இயக்கத்தை ஒடுக்குகின்றன. குறிப்பாக இவை மேல் நோக்கிச் செல்லும் வலைப்பின்னல் இயக்க அமைப்பின் (ascending reticular activating system) நரம்புச் செல்களின் இயக்கத்தை ஒடுக்குவதன் மூலம் உறக்கத்தை ஏற்படுத்துமெனக் கருதப்படுகிறது.

பார்பிச்சரேட்டுக்கு வலியை போக்கும் தன்மை இல்லை. சிறிய அளவில் தரும்போது வலிவுணர்வை அதிகரிக்கவும் கூடும். மருந்தாகத் தரும்போது இது சிரைக்கும், இதயத்துக்கும் குருதியைத் திருப்பி அனுப்பும் அளவைக் குறைப்பதன் மூலம், இதயக் குருதி வெளியேற்ற அளவைக் குறைக்கிறது. எனவே குருதி அழுத்தமும் குறைகிறது. நச்சு அளவில் உட்கொண்டால், இது இதயத் தசைகளை ஒடுக்குகிறது. பரிவு நரம்புகளைத் தடுப்பதன் மூலம் குருதிக் குழாய்ச் சுவர்களின் எதிர்ப்புத்



பார்பிச்சரேட்	R <sub>5a</sub>	R <sub>5b</sub>
அமோபார்பிட்டால்	எத்தில்	ஐயோபெண்டைல்
பார்பிட்டால்	எத்தில்	எத்தில்
மெத்தோஹெக்சிட்டால்*	அல்லைல்	1-மெத்தில்-2-பெண் டீனைல்
பெண்டோபார்பிட்டால்	எத்தில்	1-மெத்தில்பியூட்டைல்
ஃபீனோபார்பிட்டால்	எத்தில்	ஃபீனைல்
தயோபெண்டால்†	எத்தில்	1-மெத்தில்பியட்டைல்

பார்பிச்சரேட்பொது அமைப்பு

வகை	வகையில் அடங்கும் முதன்மை மருந்துகள்	மருந்தளவு (கி.கி.)	பயன்
நெடுநேரம் இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் (8 மணி நேரத்திற்கு மேல் இயங்குவது)	பார்பிட்டால் மெஃபோபார்பிட்டால் ஃபினோபார்பிட்டால்	300-500 150-250 120-200	உறக்க மருந்து வலிப்பு எதிர் மருந்து உறக்க மருந்து, வலிப்பு மருந்து
இடைத்தரமாக இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் (8 மணி நேரம் வரை இயங்குவது)	அமோபார்பிட்டால் பெண்ட்டோபார்பிட்டால் செக்கோபார்பிட்டால்	100-200 100 100	உறக்க மருந்து உறக்க மருந்து உறக்க மருந்து
மிகக்குறுகிய காலமே இயங்கும் பார்பிச்சுரேட்	தயோபெண்ட்டால் மெத்தோஹெக்சிட்டால்	75-150 50-100	உணர்விழப்பு மருந்து உணர்விழப்பு மருந்து

தன்மையையும் (peripheral vascular resistance) குறைக்கிறது. உறக்க மருந்தாகத் தரும்போது இது சுவாசத்தை மிகச் சிறிதளவே ஒடுக்குகிறது. மிகை அளவில் உட்கொண்டால் இது சுவாச மையத்தை (respiratory centre) மிகவும் ஒடுக்கி மரணத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

சில மருந்துகளைத் தொடர்ந்து நீண்டநாள் அதே அளவில் கொடுத்து வரும்போது அவற்றின் இயக்க அளவு குறையத் தொடங்கக்கூடும். இது தாங்குதிறன் (tolerance) எனப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் உண்டான இயக்க அளவு கிடைக்கவேண்டுமானால் இம்மருந்துகளின் அளவை உயர்த்திக் கொடுக்கவேண்டும். பார்பிச்சுரேட்டுக்கு மேற்கூறிய தாங்கு திறனை ஏற்படுத்தும் பண்பு உண்டு. பார்பிச்சுரேட்டைத் தொடர்ந்து உட்கொண்டு வந்தால், மருந்தடிமைப் பழக்கத் தையும் (drug dependence) ஏற்படுத்துகிறது. அவ்வாறு

அ.க.15-9

பழக்கப்பட்டவர்கள் இதை உட்கொள்ளுவதைத் திடீரென நிறுத்திவிட்டால் திடீர் நிறுத்த அறிகுறிகளை (withdrawal symptoms) இது ஏற்படுத்துகிறது. இம்மருந்தை நிறுத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகள் 8 - 36 மணி நேரத்தில் தொடங்கி 1 - 2 வாரங்களில் மறைகின்றன. இவ்விளைவுகள் முதலில் தவிப்பு (anxiety) பின்பு நடுக்கம், சோர்வு, அயர்ச்சி, கலங்கிய பார்வை, குமட்டல் என்னும் வரிசை முறையில் ஏற்படுகின்றன.

பார்பிச்சுரேட்டை அதன் இயங்கும் நேரத்தின் அடிப்படையில் அட்டவணையில் உள்ளவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

மிகக்குறுகிய நேரமே இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் சிரை வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. பிற பார்பிச்சுரேட்டுகளை வாய் மூலம் தரலாம். பார்பிச்சுரேட், கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றம் அடைந்து சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகிறது.

வேண்டா விளைவு. இது விழி ஊசலாட்டம் (nystagamus), தள்ளாட்டம் (ataxia) போன்ற பக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்தக் கூடும். முதியோரிடத்தில் மனக்குழப்பமும் தோன்றலாம். அரிதாகத் தோல் பொரிப்பையும் (skin rashes) சிவப்பணு முன்னோடிப் பெருஞ்செல் சோகை யையும் (megaloblastic anaemia) ஏற்படுத்தக்கூடும்.

பயன். இது உறக்க மருந்தாக முன்பு பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. ஆனால் இதன் நச்சு அளவு, மருந்தளவைப் போல் 10-15 மடங்காக மட்டுமே உள்ளமையால் இதை உறக்க மருந்தாகப் பயன்படுத்துவது குறையத் தொடங்கியுள்ளது. பென்சோடயசிப்சின் மிகுந்த பாதுகாப்பு எல்லையைப் பெற்றுள்ளமையால் தற்போது இது உறக்கத்தை ஏற்படுத்த விரும்பப்படும் மருந்தாக உள்ளது. பார்பிச்சுரேட் வலிப்பு நோய்க்கான மருத்துவத்தில் முதன்மையாகப் பயன்படுகிறது. தயோபெண்டால் போன்ற மிகக் குறுகிய நேரமே இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் உணர்விழப்பை ஏற்படுத்தப் பயன்படும்.

பார்பிச்சுரேட் நச்சு. பார்பிச்சுரேட் தற்கொலை நோக்கத்திற்காகப் பரவலாகக் கையாளப்படுகிறது. இதை 2 கிராம் அளவில் உட்கொண்டால் மரணம் ஏற்படக்கூடும். ஆழ்ந்த மயக்கம், விரிந்த கண்பாவை, சுவாச ஓடுக்கம், நீலம் பாரிப்பு (cyanosis), குருதி அழுத்தக் குறைவு ஆகியன நச்சு அறிகுறிகளாகும்.

மருத்துவம். சுவாச ஓடுக்கம் இருப்பின் மூச்சுக்குழலில் குழாய் செலுத்திச் செயற்கை முறையில் சுவாசத்தை ஏற்படுத்திப் பராமரிக்க வேண்டும். நோயாளி மருந்தை உட்கொண்ட மூன்று மணி நேரத்திற்குள் வந்தால், குழாய் கொண்டு இரைப்பையைக் கழுவி (gastric lavage) உள் உறிஞ்சப்படாத மருந்தை வெளியேற்றுவதன் மூலம் நச்சைக் குறைக்கலாம்.

பார்பிச்சுரேட் அமிலத்தன்மை வாழ்ந்ததாகையால் சிறுநீரைக் காரத்தன்மையுடையதாக மாற்றி அயனிகளாகப் பகுப்பதன் மூலம் இம்மருந்தின் சிறுநீரக வெளியேற்றத்தை அதிகரிக்கலாம். சோடியம் பை கார்பனேட் அல்லது சோடியம் லாக்டேட் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திச் சிறுநீரைக் காரத்தன்மையுள்ளதாக ஆக்கலாம். இவற்றுடன் ஃபுரூசிமைடு போன்ற சிறுநீர்ப்பெருக்கிகளை (diuretics) கொடுத்துப் பார்பிச்சுரேட்டின் சிறுநீரக வெளியேற்றத்தை அதிகரிக்கலாம். மேற்கூறிய மருத்துவ முறை, ஆற்றலூட்டப்பட்ட காரச் சிறுநீர்ப் பெருக்கம் (forced alkaline diuresis) எனப்படும். கூழ்மப்பிரித்தல் (dialysis) முறையும் பார்பிச்சுரேட் நச்சில் பயன்படலாம்.

பயன்படுத்தா நிலை. நுரையீரல் செயல்திறன் கடுமையாகக் குன்றியுள்ளபோது இதைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. கல்லீரல் செயல்திறன் குன்றியுள்ளவர்களிடத்தில் இதைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்ப்பது சிறந்தது.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். Charles R. Craig, *Modern Pharmacology*, First Edition, Little Brown and Company, Boston, 1982.

## பார்பிச்சுரேட்- தயோபெண்டால்

அறுவைக்கு உட்படும் நோயாளி வலியை உணராமலும், அசையாமலும் இருக்கப் பொது உணர்விழப்பு மருந்துகள் பயனாகும். பொது உணர்விழப்பு நிலையைச் சுவாச வழி மற்றும் சிரை வழி மருந்துகள் மூலம் ஏற்படுத்தலாம். சிரை வழி மருந்துகள் பார்பிச்சுரேட், யூகெனால், ஃபினைல் சைக்ளோஹைக்கைல் அமின், ஸ்டிராய்டு என்று பல வகைப்படும். இவற்றுள் முதலில் புழக்கத்தில் வந்தவையும், இன்றும் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுபவையும், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் சிரை வழி உணர்விழப்பு மருந்துகளுக்கு அளவுகோலாக விளங்குவவையும் பார்பிச்சுரேட் வகை மருந்துகளாகும்.

தயோபெண்டால் (தயோபென்டோன் சோடியம், பென்டத்தால் சோடியம்) மிகச் சிறிது நேரம் இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் வகைப் பொது உணர்விழப்பு மருந்தாகும். பார்பிச்சுரேட் மைய நரம்பு மண்டலத்தை ஓடுக்கி உறக்கத்தை உண்டாக்கும் யூரியா வழி வந்த மருந்தாகும். தையோபென்டோல், 1935 இல் வணிகத்தில் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டது. இது மஞ்சள் நிறத் துகளாக, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைப் போன்ற கெடுமணத்துடன் விளங்கும். இது 2.5%, 5% நீர்க் கரைசலாகப் பயன்படுகிறது. இந்நிலையில் இதன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு (pH) எண் 10.6 ஆகையால் (குருதி அளவு 7.4) இது மிகுந்த காரத்தன்மை பெற்றுள்ளது. உணர்விழப்பிற்கான இதன் இயக்கக் காரணம் நன்கு புலப்படவில்லை. பெருமூளைப் புறணியின் மேல் நோக்கிச் செல்லும் வலைப்பின்னல் அமைப்பையும் முகுள மையங்களையும் ஓடுக்கி வினை புரிகிறது. இதற்குப் பின்வரும் இயக்கங்கள் உண்டு.

மைய நரம்பு மண்டலம். ஏனைய பார்பிச்சுரேட்டு களைப் போன்று அமைதித் தூக்கம், துயிலூட்டல், பொது



உணர்விழப்பு (மீளக்கூடிய உணர்வு அற்ற ஆழ்ந்த உறக்க நிலை) போன்ற விளைவுகளைத் தயோபெண்டால் ஏற்படுத்தும். மயக்க நிலையை உண்டாக்கத் திறனற்ற மருந்தளவில் இதற்கு வலி நீக்க எதிர் விளைவு உண்டு. இதற்குக் கொழுப்பில் கரையும் திறன் கூடுதலாகையால் உடனடியாக மூளையை அடைகிறது. எனவே மிக விரைவாகப் (30 நொடிக்குள்) பொது உணர்விழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்நிலை சில நிமிடங்களே நீடிப்பதால் இதைச் சிறிது நேரம் மட்டுமே இயங்கும் பார்பிச்சுரேட் எனலாம். இம்மருந்தைக் கொடுத்த முதல் 30 நிமிடங்களில் மெல்லிய உடல் திசுக்களுக்கு மறு பரிமாற்றம் நடைபெறுவதால் மூளையின் மருந்து செறிவு குறைந்து நோயாளிக்கு நினைவு திரும்புகிறது. கூடுதலாகவோ மீண்டும் மீண்டுமோ கொடுத்தால் இதன் இயக்கம் நெடு நேரம் நீடிக்கிறது.

மருந்தளவு, செலுத்தும் வேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துச் சுவாச மையத்தை இது ஒடுக்குகிறது. இம்மருந்தைப் பெற்ற நிலையில் நோயாளியின் சுவாச ஆழம், வெளித்தூண்டுதல்களைப் பொறுத்திருக்கும். அதாவது அறுவையின்போது போதுமான ஆழத்துடன் இருக்கும். ஆனால் அறுவை முடிந்த பிறகு அமைதியான சூழ்நிலையில் சுவாசம் மிகவும் மந்தமாக இருக்கும்.

இதயக் குருதிக்குழாய் மண்டலம். இதயத்தின் சுருங்கு திறனைக் குறைப்பதால் இதயக் குருதி வெளியேற்றம் குறைகிறது. இது குறிப்பாக ஈடு கட்டப்படாத இதயச் செயலிழப்பு நிலைகளில் இதயக் குருதி ஓட்டத்தை மிகவும் பாதிக்கச் செய்யும். இம்மருந்து புறச் சிரைக் குழாய்களை விரிவாக்கி, குருதியைத் தேங்கச் செய்வதன் மூலம், இதயத்திற்கு வரவேண்டிய குருதி அளவைக் குறைக்கிறது. இந்நிலை சுருங்கும் இதய உறை அழற்சி, இதயத் தடுக்கிதழ் நோய், இதய முழு அடைப்பு, குருதிக் குறை அழுத்தம் போன்றவற்றை ஏற்படுத்தக்கூடும்.

குரல் வளை. சளி, குருதி, உமிழ்நீர் போன்றவை தேங்குவதாலும், அறுவை வலியாலும் ஏற்படும் தூண்டுதலின் உணர்வை அதிகரிப்பதால், குரல் வளை, மூச்சுக்குழல் போன்றவை சுருங்கி மூச்சு அடைப்பை ஏற்படுத்தும்.

பொது உணர்விழப்பிலிருந்து மீளல். மருந்து அளவு, ஏனைய பொது உணர்விழப்பு முன் மருந்துகளைப் பெற்றிருத்தல் போன்றவற்றைப் பொறுத்து நினைவு நிலைக்கு மீளும் திறன் மாறுபடும். ஏனைய சில பொது உணர்விழப்பு மருந்துகளைப் போலல்லாமல், அறுவைக்குப் பின் வாந்தி, இருப்புக் கொள்ளாமை போன்றவற்றைக் குறைந்த அளவிலேயே ஏற்படுத்தும். மிக அரிதாகவே தையோ அ.க.15-9அ

பெண்டால் தனித்துப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலும் நைட்ரஸ் ஆக்சைடு -ஆக்சிஜன் மூச்சு வழிப் பொது உணர்விழப்பு மருந்து, தசை தளர்த்தி ஆகியவற்றுடன் சேர்த்தே இது கொடுக்கப்படுகிறது.

வளர்சிதை மாற்றம். ஏறக்குறைய முழுமையாகக் கல்லீரலாலும் சிறிய அளவில் தசை, சிறுநீரகம் போன்றவற்றாலும் வளர்சிதை மாற்றமடைகிறது. கல்லீரல் மற்றும் சிறுநீரகச் செயலிழப்பு நிலைகளில் இதன் இயக்க நேரம் நீண்டிருக்கும்.

மருந்து அளவு. பெரும்பாலும் உடல் எடையையும் வயதையும் பொறுத்து 3.5 மி.கி./கி.கி. அளவில் சிரை மூலம் கொடுக்கலாம். எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் 1 கி. அளவுக்கு மேல் கொடுக்கக்கூடாது. நேர் குடல் மூலமாகவும் இதைச் செலுத்தலாம்.

வேண்டா விளைவு. மருந்தைச் செலுத்திய இடத்தில் சிரையழற்சி, வீக்கம், வலி போன்றவை ஏற்படலாம். தவறுதலாகத் தமனியில் கொடுக்க நேரிடின் அந்தத் தமனியால் குருதி ஓட்டம் பெறும் இடம் மிகுந்த வலிக்கு உள்ளாவதுடன் அழுகிவிடவும் கூடும். மூச்சு ஒடுக்கம், குருதிக் குறையழுத்தம், குரல் வளைச் சுருக்கம், ஒவ்வாமை போன்றவையும் ஏற்படலாம்.

பயன். பொது உணர்விழப்பு மருத்துவத்தில் சிறிய அறுவையின் போது (எ-டு: எலும்பு முறிவுச் சீரமைப்பு) தொடக்கத் தூண்டியாக இது பயனாகிறது. உணர்வற்ற நிலையில் உடலில் நடத்தப்படும் சில ஆய்வுகளிலும், மற்ற உணர்விழப்பு மருந்துகளால் ஏற்படும் வலிப்பு, ரண ஜன்னி வலிப்பு, பேறுகால வலிப்பு, சாதாரண வலிப்பு போன்றவை தீவிரமாக இருந்தால் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தவும், மனோதத்துவத் துயிலாய்வு, மின் வலிப்பு மருத்துவம் ஆகியவற்றிலும் தயோபெண்டால் இடம் பெறுகிறது.

பயன்படுத்தா நிலை. இதயப் பாதிப்பு, ஒவ்வாமை, மூச்சுப்பாதை அடைப்பு, சுவாச மண்டல நோய், சிறுநீரக மற்றும் கல்லீரல் செயலிழப்பு, கடும் குருதிச் சோகை அதிர்ச்சி நிலை, நான்கு வயதுக்குட்பட்ட குழந்தைகளிடத்தில் தைராண்டு குறை நிலை, அடிசன் நோய் ஆகியவற்றின்போது இதைத் தவிர்த்தல் சிறந்தது.

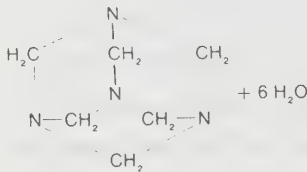
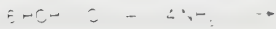
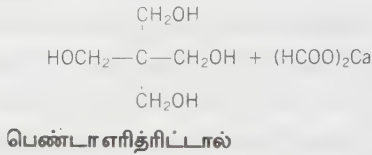
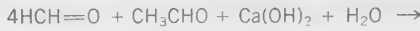
கு. சிவஞானம்

துணைநூல். R.S.Atkinson and et.al., A Synopsis of Anaesthesia, Ninth Edition, K.M.Varghese Company, Bombay, 1982.

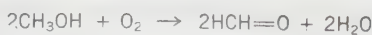
## ஃபார்மால்டிஹைடு

ஆல்டிஹைடு சேர்மங்களில் முதலாம் சேர்மம் ஃபார்மால்டிஹைடு (formaldehyde) ஆகும். இது மிகை வினைபுரியும் தன்மையுடையதாக இருப்பதால் தனித்த நிலையில் பிரித்தெடுத்து, தூய்மையாகப் பயன்படுத்துவது கடினமாக உள்ளது. எனவே இது 37-50 % கரைசலாகத் தயாரிக்கப்பட்டு விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இக்கரைசல் ஃபார்மாலின் (formalin) எனப்படுகிறது. மேலும் திண்ம நிலை நீரேறிய பல்லுறுப்பியாகவும் விற்கப்படும். இது பாரால் டிஹைடு (paraldehyde) அல்லது பாராஃபார்ம் எனப்படுகிறது.

**பயன்.** ஃபீனல், யூரியா, மெலமின் போன்றவற்றுடன் வினைபுரிந்து செயற்கை ரெசின்களும் ஒட்டுப் பொருள்களும் தயாரிக்க ஃபார்மால்டிஹைடு பயன்படுகிறது. இதற்கு 75% ஃபார்மால்டிஹைடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏறத்தாழ 15% நெசவு, சாயம், மருந்து, காகிதம், தோல், ஒளிப்படப் பொருள், தொற்று நீக்கி (disinfectant), பூச்சி கொல்லி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. பெண்ட்டா எரித்திட்டால், ஹெக்சா மெத்திலீன் டெட்ரமீன் தயாரிப்புகளில் தற்போது ஃபார்மால்டிஹைடு பெருமளவு பயன்படுகிறது.

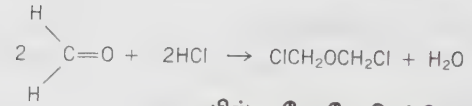
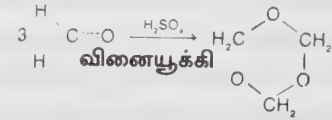


**தயாரிப்பு.** ஃபார்மால்டிஹைடு தயாரிப்பில் பெரும் பகுதி 450-650°C வெப்பநிலையில் மெத்தனாலைக் காற்றுடன் சேர்த்து உலோக வினையூக்கியின் மேல் செலுத்தி ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் பெறப்படுகிறது. இவ்வினைக்கு வெள்ளி, தாமிரம் அல்லது இரும்பு-மாலிப்டினக் கலவை போன்றவை வினையூக்கியாகச் செயல்படுகின்றன.



இயற்கை வளிமத்திலிருக்கும் ஹைட்ரோ கார்பன்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து ஃபார்மால்டிஹைடு தயாரிக்கும் முறை தற்காலத்தில் பெருகி வருகிறது. இதில் காற்று ஆக்சிஜன் மூலமாகவும், நீராவி வினையை முற்றுப் பெறச் செய்யவும் பயன்படுகின்றன. இதில் வினையும் ஃபார்மால்டிஹைடன் அளவு குறைவாக இருந்தாலும் இதில் பயன்படுத்தப்படும் மூலப்பொருள்கள் விலை குறைந்தவை. இவ்வினையில் ஆல்கஹால், அமிலம், கீட்டோன் போன்ற வேறு பல பொருள்களும் உண்டாகக் கூடுமாதலால் ஃபார்மால்டிஹைடைத் தனித்துப் பெற நீர்ம-நீர்மப் பிரித்தெடுத்தல், கொதிநிலை மாறாக் காய்ச்சி வடித்தல் (azeotropic distillation) போன்ற முறைகள் பயன்படுகின்றன.

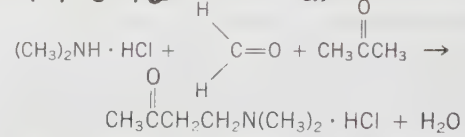
**பண்பு.** ஃபார்மால்டிஹைடு, ஆல்டிஹைடுகளுக்குரிய பல வேதிவினைகளில் ஈடுபடுகிறது. இவற்றுள் ஃபார்மால்டிஹைடுக்குரிய சில தனிப்பட்ட வினைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



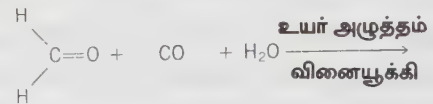
பிஸ்-குளோரோ மெத்தில் எதர்

பிஸ்-குளோரோ மெத்தில் எதர் அமெரிக்கத் தொழிலகப் பாதுகாப்பு மற்றும் உடல் நலப் பாதுகாப்புக் கழகத்தால் புற்றுநோய் தோற்றுவிப்பானாக அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது.

மானிக் வினையில் அமீன் ஹைட்ரோ குளோரைடு, ஃபார்மால்டிஹைடு மற்றும் கீட்டோன் ஆகியன வினைபுரியும்.

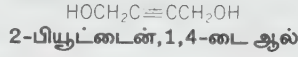
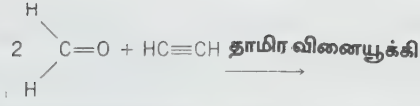


கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வினைபுரிந்து கிளைக்காலிக் அமிலத்தை ஃபார்மால்டிஹைடு கொடுக்கிறது.

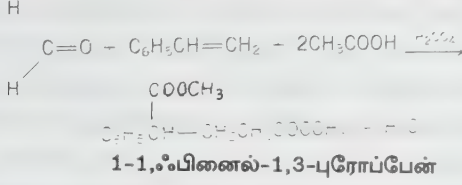


கிளைக்காலிக் அமிலம்  $\text{HOCH}_2\text{COOH}$

**ரீபே (Reppe) எத்தனேலேற்ற வினை (ethynylation)**  
பின்வருமாறு:



கனிம அமிலம் வினையூக்கியாக, கரிம அமிலம் அரோமாட்டிக் ஒலிஃபீன் சேர்மம், ஃபார்மால்டிஹைடு போன்றவை வினைபுரிவது பிரின்ஸ் (Prins) வினையாகும்.



ஃபீனால், யூரியா, மெலமின் போன்றவற்றுடன் ஃபார்மால்டிஹைடு வினைபுரியும்போது மெத்திலால் (-CH<sub>2</sub>OH) பெறுதிகள் உண்டாகுகின்றன. பின்னர் இவை மூலக்கூறிலை நீரிற்செல்லுமாறு மெத்திலீன் பிணைப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வினை அமில அல்லது கார வினையூக்கிகளால் விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. வெப்பநிலை, வினை நேரம், செறிவு ஆகியவற்றை மாற்றி வினைப்பொருளின் அளவை மாற்றலாம்.

**மருத்துவப் பயன்.** பல பொருள்களின் மேல் உள்ள நுண்ணுயிரிகளை அழிக்க இது பயனாகிறது. வளர்சிதை மாற்றத்தால் வெளிப்படும் ஃபார்மால்டிஹைடு சிறுநீர்க்குழாய் நுண்ணுயிரிக் கொல்லியாகச் செயல்படுகிறது. (எ-டு: மெதனமைன்). காளான் உருவாக்கும் தோல் நோயைத் தடுக்க ஃபார்மால்டிஹைடு துணையாகிறது. உள் நோக்கி (endoscope), குருதி ஊடுபிரிப்பி, அறுவைக் கருவி ஆகியவற்றில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கவும் இது உதவுகிறது. வேர்வைமிகு உற்பத்தியைக் (hyper hydrosis) குறைக்க இது 20-30% நீர்மமாகச் செயல்படுகிறது. இந்நோயின்போது இதைப் பாதம், உள்ளங்கை ஆகிய பகுதிகளில் பூச வேண்டும். இதை நீண்ட நாள் பயன்படுத்தும்போது தோல் அழற்சி உண்டாகலாம்.

ச.ஆதித்தன்

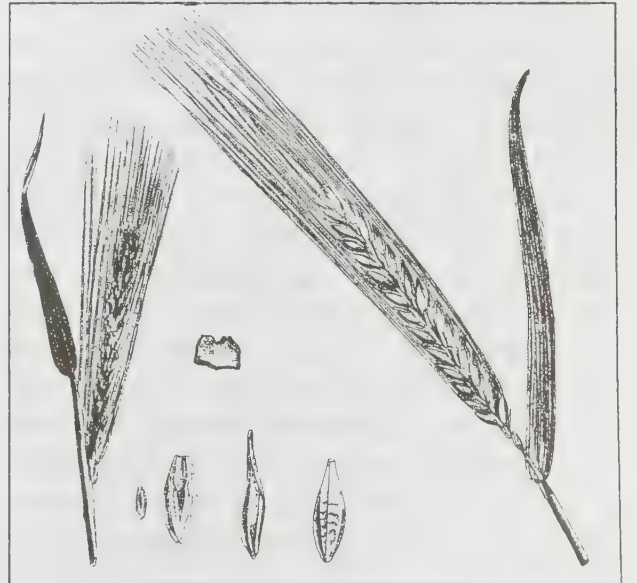
த.தெய்வீகன்

துணைநூல். Francis A. Carey and Richard J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry*, Second Edition, Plenum Press, New York, 1983; A.C.Gillman and et.al., *The Pharmacological Basis of Therapeutics*, Macmillan Publishing Company, New York, 1980.

## பார்லி

இது ஒரு தானியப் பயிராகும். இதன் தாவரப் பெயர் ஹார்டியம் வல்கேர் (*Hordeum vulgare*) என்பதாகும். ஹார்டியம் டிஸ்டிகன் (*H.distichon*) என்னும் பார்லியும் இந்தியாவில் விளைகிறது. இத்தானியத்தை ஏழை மக்கள் உணவாகக் கொள்கின்றனர். உலகில் ரஷ்யா, சீனா, அமெரிக்கா, கனடா, இந்தியா, மைய தரைக்கடலோர நாடுகளில் பார்லி மிகுதியாக விளைகிறது. இந்தியாவின் வடக்குச் சமவெளிப் பகுதிகளில் இது பெருமளவில் சாகுபடியாகிறது. குறிப்பாக உத்திரப்பிரதேசம், ராஜஸ்தான், பீகார், மத்தியப்பிரதேசம், ஹரியானா, பஞ்சாப், மேற்கு வங்காளம், இமாசலப்பிரதேசம், ஜம்மு காஷ்மீர் ஆகிய மாநிலங்களில் பயிரிடப்படுகிறது. இதனை இறைவைப் பயிராகவும், மானாவாரிப் பயிராகவும் சாகுபடி செய்யலாம். இது களர், உவர் நிலங்களில் ஏனைய தானியப் பயிர்களைவிட நன்கு வளர்ந்து விளைச்சல் தரும். இது வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் தன்மையும் கொண்டது.

உலகத்தில் முதன்முதலாகப் பயிர் செய்யப்பட்ட தானியங்களுள் பார்லியும் ஒன்று. மனிதரின் உணவுத் தானியங்களில் மிகவும் பழமையாகப் பயிர் செய்யப்பட்டது பார்லியே எனலாம். கோதுமையை ரொட்டி சுடப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பே பார்லி தானியத்தைப் பயன்படுத்தி ரொட்டி சுட்டு உண்டு வந்தனர். சுவிட்சர்லாந்து நாட்டில் ஏரி வீடுகளில் வாழ்ந்து வந்த கற்கால மனிதர்களுக்குப் பார்லியில் மூன்று வகைகள் தெரிந்திருந்தது. எகிப்திலும், கிரேக்க, ரோமானிய நாடுகளிலும் பார்லி பயிர் செய்யப்பட்டு வந்துள்ளது.



பார்லிக் கதிர்கள் (barley spikes)



**வளரியல்பு.** பார்லி ஒருபருவப்பயிர். இது கோதுமையைப் போன்று வளர் தன்மை கொண்டது. இப்பயிர் 0.5-1.3 மீ. அளவில் நேராக வளரும். இதில் தூர்களும்த் சல்லி வேர்களும் இடம் மாறி வந்த வேர்களும் உண்டாகின்றன. பொதுவாகத் தண்டில் 5-8 கணுக்கள் காணப்படலாம். சில தண்டுகளில் 13 கணுக்கள் இருக்கும். இலைகள் நீண்ட ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். பார்லியின் கதிர், கோதுமையைப் போன்று இருக்கும். செடியின் நுனியில் உருளை போன்ற கதிர் தோன்றுகிறது. பார்லிக்கதிர்த் தண்டில் ஒவ்வொரு கணுவிலும் மூன்று சிறு கதிர்கள் (spikelets) இருக்கும். ஒரு கணுவிலுள்ள மூன்று சிறு கதிர்களும் அடுத்த கணுவிலுள்ள மூன்று கதிர்களும் மாற்றொழுங்கு முறையில் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு சிறு பூவிலும் இரண்டு உமிகளும் (glumes) ஒரு வளமான பூவும் இருக்கும். இரட்டை வரிசைப் பார்லியில் (two-rowed barley) ஒவ்வொரு கணுவிலும் உள்ள மூன்று சிறு கதிர்களில் நடுவில் உள்ள ஒன்று மட்டும் பயனுள்ளதாகவும் இருபக்கங்களிலுமுள்ளவை மலடுகளாகவும் உள்ளன. வளமான பூவிலில் இரண்டு உமிகள் குறுகியும், லெம்மா (lemma) அகலமாகவும் நுனியில் நீண்ட சிறுமுள்ளுடனும் (awn) இருக்கும். இதில் உமிச் செதில் (palea), லாடிக்கியூல்கள் உண்டு. இருபால் பூ காணப்படும். உமிச்செதில்கள் மெலிந்தும் காகிதம் போன்றும் உள்ளன. லாடிக்கியூல்கள் இரண்டு. மூன்று மகரந்தத் தாள்களும் ஒற்றைத் திகவறையுடைய மேல் மட்டச் சூல்பையும் உள்ளன. ஒரு சூலும், இரு சூலகத் தண்டும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சூலகத்தண்டும் இறகுகளுடைய சூலக மூடியில் முடிவுறுகிறது.

இரட்டை வரிசைப் பார்லியில் இரண்டு பக்கங்களிலுமுள்ள வளமில்லாத சிறு பூக்களில் உமி, லெம்மா, உமிச் செதில் முதலியவை குறுகியும் சிறுத்தும் உள்ளன. இதில் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் மிகச் சிறுத்தோ இல்லாமலோ இருக்கலாம். லெம்மாவில் சிறுமுள் இராது. இங்குக் கனி இரண்டு வரிசைகளில் தோன்றுகிறது. ஆறுவரிசைப் பார்லியிலும் ஒவ்வொரு கணுவிலும் மூன்று சிறு பூக்கள் காணப்படும். ஆனால் அந்த மூன்று சிறு பூக்களும் வளமானவை. கனியாக மாறக்கூடிய இவற்றில் தானியம் ஆறு வரிசைகளில் உண்டாகியிருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பார்லி பெரும்பாலும் தன்மேரந்தச் சேர்க்கையுறும் தன்மை கொண்டது. நீள் சதுரமான, 9மி.மீ. நீளமுடைய பார்லிக் கனி கேரியோப்சிஸ் (caryopsis) வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் லெம்மா, உமிச்செதில் ஆகியன உடையனாக உள்ளன. பார்லித் தானியம் கோதுமையைப் போன்றும் சற்று சிறியதாகவும் இருக்கிறது. இத்தானியத்தின் இருமுனைகளும் சற்றுக் கூடியனவாயிருக்கும். இந்தியாவில் பார்லிக்கும் பார்லியான ஹாட்டியும் வல்கேர் செடியில் ஆறு

வரிசைகளிலும் ஹாட்டியுடன் செடியில் இரண்டு வரிசைகளிலும் சிறு பூக்கள் அமைந்திருக்கும்.

**சாகுபடி முறை.** கோதுமையைப் போன்று குளிக்காலத்தில் சாகுபடி செய்யப்படும் இது குறைவான மழை பெய்யும் பகுதிகளில் பயிரிட ஏற்றது. எந்தப் பகுதியாயினும் கோதுமையைவிட இரண்டு அல்லது மூன்று வாரங்களுக்கு முன்பே முதிர்ந்து அறுவடைக்கு வந்துவிடும். இதனால் இப்பயிர் வறட்சிக்கு உள்ளாவதில்லை. இளவெப்பமாகவும் குளிர்ச்சியாகவும் உள்ள பகுதி இதன் சாகுபடிக்குச் சிறந்த சூழ்நிலையாகக் கருதப்படுகிறது. பூக்கும்போது பனி பெய்தலும், மணி முற்றும்போது காற்று வீசுவதும், சூறாவளியும் விளைச்சலைப் பெரிதும் குறைக்கும். கதிரில் மணிகள் முற்றி அறுவடையாகும் சமயத்தில் மழை பெய்தால் தானியம் நிறம் மாறிவிடுகிறது. இவ்வாறான தானியத்தை மால்ட் (malt) செய்ய இயலுவதில்லை. கோதுமையைப் போல் பார்லிப் பயிர் சாய்வதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கோதுமைச் சாகுபடிக்கு ஏற்ற நிலங்கள் இதற்கும் ஏற்றவையாகக் கருதப்படுகின்றன. இருப்பினும் வடிகால் வசதியுள்ள வளமான களிச்சேற்று வண்டல் நிலம் மிகவும் பொருத்தமானது. மணற்பாங்கான நிலம், கருமண் நிலங்களில் இப்பயிர் நன்கு விளைகிறது. ஏனைய ராபி பருவத் தானியப் பயிர்களுள் இதுவே உவர், களர் தன்மையைத் தாங்கி வளரும் தன்மை கொண்டுள்ளது. பார்லிப் பயிரைக் கம்பு, மக்காச் சோளம், நெல், சோளம், பருத்தி, நிலக்கடலை, சிறு தானியங்கள், பச்சைப்பயறு, நரிப்பயறு ஆகியவற்றுடன் பயிர்ச் சுழற்சி செய்யலாம். பாசன வசதியுள்ள இடங்களில் ஆண்டிற்கு இரண்டு பார்லிப் பயிர்கள் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன. நூற்புழு அழிவை ஏற்படுத்தும் வயல்களில் பார்லியுடன் நூற்புழு தாக்காத சூரிய காந்தியை ஒன்று அல்லது இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்த்துப் பயிரிடுவது வழக்கம். மலைப்பகுதிப் பார்லிப் பயிரை ஜூலை, ஆகஸ்ட் மாதங்களில் அறுவடை செய்தபின் பக் வீட் (buck wheat) சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. காஷ்மீர் பள்ளத்தாக்கில் நெல் பயிருக்குப் பின் பார்லிப் பயிரைச் சாகுபடி செய்யும் வாய்ப்பு உள்ளது. பார்லி தனிப் பயிராகவோ கோதுமை, கொண்டைக்கடலை, பட்டாணி, மைசூர் பருப்பு (lentil), கடுகு, ஆளிவிதை (lin seed), ராக்கெட் சாலிட் (rocket salad) என்னும் எண்ணெய் வித்துப் பயிர் முதலியவற்றுடன் கலப்புப் பயிராகவோ சாகுபடி செய்யப்படுகிறது.

பார்லியை விதைக்கும் காலம், பரப்பெல்லை, நிலப்பகுதியின் உயரம், வானிலைக்கூறு, பயிரிடும் முறை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். சமவெளியிலும் வட

இந்திய மலைப்பகுதியிலும் ராபி பருவத்தில் பார்லி பயிரிடப்படுகிறது. விதைப்பில் தாமதமேற்பட்டால் தானிய விளைச்சல் குறைவதுடன் தரமற்ற தானியமே கிடைக்கும். இவ்வாறான தானியங்களைக் கொண்டு மால்ட் செய்ய முடிவதில்லை. மானாவாரி விதைப்பை அக்டோபர் மாதத்தில் மூன்று அல்லது நான்காம் வாரத்திற்குள் முடித்துக் கொள்ள வேண்டும். பாசன வசதி உள்ள நிலங்களில் முதல் மூன்று வாரங்களில் விதைப்பது சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இளவேனில் பருவத்தில் 2300 மீ. உயரமுள்ள மலைப்பகுதியில் பாசனப் பயிராகப் பார்லியைப் பயிரிடலாம். தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி மலைப்பகுதியில் பார்லியை ஆண்டு முழுதும் பயிரிடலாம். மழை பெய்யும் காலத்தையும் மலைப்பகுதி உயரத்தையும் பொறுத்து மே-அக்டோபரில் பார்லி விதைக்கப்படுகிறது.

பார்லி சாகுபடி செய்ய வேண்டிய நிலத்தை மூன்று அல்லது நான்கு முறை நன்கு உழ வேண்டும். கரையான தாக்குதலிலிருந்து பயிரைப் பாதுகாப்பதற்காக உழவிற்கு முன்பு ஹெக்டேருக்கு 20 கி.கி. அளவில் B.H.C. 10% தூள் மருந்தை இட வேண்டும். விதைகளுடன் கி.கிராமுக்கு 2 கிராம் வீதம் கார்பாக்சின் மருந்தைக் கலந்து விதைத்துத் தளர்கரிப்பூட்டை (loose smut), மூடிய கரிப்பூட்டை (covered smut) ஆகிய நோய்களிலிருந்து செடிகளைப் பாதுகாக்க வேண்டும். இறைவைப் பயிருக்குச் சராசரியாக ஹெக்டேருக்கு 75-80 கி.கி., மானாவாரிப் பயிருக்கு 80-100 கி.கி., உவர் நிலப் பயிருக்கு 100 கி.கி. விதையளவு பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. சற்றுப் பெரிய விதைகளைக் கொண்ட வகைக்கு விதையளவு சற்றுக் கூடுதலாகத் தேவைப்படும். விதைக்கும் கருவியின் உதவியால் வரிசையிலோ பரவித் தெளிப்பு முறையிலோ விதைகள் விதைக்கப்படுகின்றன. இறைவைப் பயிருக்கு 22 - 23 செ.மீ. இடைவெளியும், மானாவாரிப்பயிருக்கு 23 - 28 செ.மீ. இடைவெளியும் தரப்படும். பாசனமுள்ள நிலத்தில் 3 - 5 செ.மீ. ஆழத்திலும், மானாவாரி நிலத்தில் 5 - 8 செ.மீ. ஆழத்திலும் விதைகளை ஊன்றுவது வழக்கம். களிமண், இறுக்க மண் வகைகளில் சற்று மேலாகவே விதைகளை ஊன்ற வேண்டும்.

மானாவாரிப் பயிருக்கு 20 - 40 கி.கி. தழைச்சத்தும் இறைவைப்பயிருக்கு 40 - 60 கி.கி. தழைச்சத்தும் மண்ணின் வகை, வானிலைக்கூறு, பயிரிடப்படும் வகைக்கேற்பப் பரிந்துரைக்கப்படும். இறைவைப் பயிருக்கு ஹெக்டேருக்கு 20 கி.கி. மணிச்சத்து இடுதல் வேண்டும். மானாவாரிப் பயிருக்கு விதைக்கும்போதே 8 - 10 செ.மீ. ஆழத்தில் தழையுரத்தை இட வேண்டும். இறைவைப் பயிருக்குத் தழைச்சத்தில் பாதியையும், மணிச்சத்தில் முழுமையையும் விதைக்கும்போது இட வேண்டும். முதல் பாசனத்தின்போது எஞ்சியுள்ள பாதித் தழை

உரத்தை மேலுரமாக இடுதல் வேண்டும். தழைச்சத்தை மிகுதியாக அளிப்பின் தானியத்தின் மால்ட் தயாரிப்பும், இன்தேறல் வடித்தலின் (brewing) தரமும் குறைந்துவிடும். பாஸ்பரஸ் உரங்களை இடுவதால் மால்ட் தயாரித்தலில் ஏற்படும் சில கேடுகளை அகற்றலாம். போதிய ஈரம் இருக்கும்போது விதைக்கப்பட்டுப் பின்பு தேவைப்படும்போது மட்டும் நீர்ப்பாசனம் செய்யப்படுகிறது. பொதுவாகப் பார்லிப் பயிருக்கு இரண்டு அல்லது மூன்று தடவையும் மணற்பாங்கான நிலத்திற்கு ஓரிரு முறை கூடுதலாகவும் நீர் பாய்ச்ச வேண்டியிருக்கும். தூர்கள் உண்டாகும்போதும், பூக்கும் போதும் நீர் இறைத்தல் விளைச்சலைக் கூடுதலாக்கும். களர் நிலங்களில் ஒரே சமயத்தில் கூடுதலாக நீர் பாய்ச்சுவதைவிடக் குறைவான அளவில் அடிக்கடி நீர்பாய்ச்சுவது பெரும்பயன் தரும். இறைவைப் பயிரில் களைகளால் விளைச்சல் குறையும். பொதுவாகப் பார்லிக்குக் களையெடுப்பதில்லை. களை மிகுந்திருந்தால் ஒரு முறை மட்டுமே களை எடுக்கப்படுகிறது. விதைத்த 30-35 நாள்களில் 2,4-டி.சோடியம் உப்பை ஹெக்டேருக்கு 0.50 கி.கி. நச்சுப்பொருள் அளவில் கரைத்து அதனுடன் 3% யூரியாக் கரைசலைக் கலந்து தெளித்தும் களைகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பொதுவாகப் பார்லி பிப்ரவரி, மார்ச், ஏப்ரல், மே, ஜூலை, செப்டம்பர் ஆகிய மாதங்களில் அறுவடை செய்யப்படுகிறது.

பார்லிச் செடிகளை அரிவாளால் நில மட்டத்திற்கு அருகில் தட்டையோடு சேர்த்து அறுத்துச் சாய்ப்பர். தானியங்கள் கீழே உதிர்ந்து வீணாவதைத் தடுப்பதற்காக அறுவடையைக் காலை நேரத்தில் செய்தல் வேண்டும். பின்பு அவற்றைக் கட்டுகளாகக் கட்டிக் களத்திற்கு எடுத்துச் சென்று தானியத்தைப் பிரித்தெடுப்பர். மாடுகளைப் பிணைத்து ஓட்டித் தாளிலிருந்து தானியங்களை உதிரச் செய்வதுண்டு. பின்பு தாள்களைத் தனியாக எடுத்துவிட்டுக் கிடைக்கும் தானியத்தைக் கூட்டிக் காற்றில் தூற்றிச் சாக்குப் பைகளில் கட்டி விற்பனைக்கு எடுத்துச் செல்வர். ஒரு ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பிலிருந்து மானாவாரியில் 700 - 1000 கி.கி. தானியமும், இறைவையில் 1500 - 2000 கி.கி. தானியமும் கிடைக்கும். உயர் விளைச்சல் தரும் வகைகளைப் பயன்படுத்தி நவீன வேளாண் முறைகளைக் கடைப்பிடித்தால் மானாவாரியில் 2.5 டன்னும் இறைவையில் 5.0 டன்னும் தானியம் கிடைக்கலாம். தானியத்தை நன்கு உலர்த்திய பின்பு சேமிக்க வேண்டும். சேமிப்புக் கிடங்குகள் ஈரமில்லாமலும் பூச்சித் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாக்கப்படும் இருத்தல் நீண்ட காலம் தானியம் கெடாமலிருக்க வழி வகுக்கும்.



**பார்லி உற்பத்தி.** மாவுறல் செய்வதற்கு நன்கு முதிர்ந்த, மிதமான அளவுடைய, உடையாத புள்ளிகள் இல்லாத, ஒளிவீசும் பொன் மஞ்சள் நிறமான தானியம் தேர்ந்தெடுக்கப் படுகிறது. இவ்வகைத் தானியத்தின் முளைப்புத் திறன் 100% இருத்தல் வேண்டும். இதில் உலர் நிறையளவில் 1.2-1.4% நைட்ரஜன் இருத்தல் வேண்டும். இதற்காகக் குறிப்பிட்ட எந்த வகையும் உருவாக்கப்பட்டு வணிக அளவில் பயன்படுத்தப்படவில்லை. ஆறு வரிசை தானியமுள்ளவை இதற்குப் பயனாகின்றன. ஹரியானா மாநிலத்திலுள்ள குர்கான் மாவட்டத்தில் இதற்குரிய தரமான பார்லி விளைவதாகக் கருதுகின்றனர். கிளிப்பர் என்னும் ஆஸ்திரேலியப் பார்லி வகை இங்கு விளைவிக்கப் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. இது இரட்டை வரிசைத் தானிய வகையைச் சேர்ந்தது. ஆனால் இந்த வகையில் வயது சற்று மிகுதி. ஆறு வரிசை தானிய வகையைவிடக் குறைவான விளைச்சலையே இது தருகிறது. அக்டோபர் இறுதி வாரத்திலிருந்து நவம்பர் 15 ஆம் நாள் வரையிலான காலத்தில் விதைத்தலும், மிகவும் வளமான நிலத்தைப் பயிரிடுவதிலிருந்து தவிர்த்தலும், மிகுதியான தழைச்சத்து உரத்தை இடாமையும் தரமான மாவுறலுக்கு ஏற்ற பார்லியை உற்பத்தி செய்யப் பயனாகும். ஹெக்டேருக்கு 30 கி.கி. தழைச்சத்து, 20 கி.கி. மணிச்சத்து, 20 கி.கி.சாம்பல் சத்து இட்டுக் கூடுதல் விளைச்சலைப் பெறலாம். சாம்பல் சத்தின் தேவை, மண் ஆய்வின் அடிப்படையில் இடப்படுகிறது.

**வகை.** பார்லி வகைகள் 60-70 நாள்களில் விளைகின்றன. C164 என்னும் வகை பஞ்சாப், ஹரியானா மாநிலங்களில் இறைவைப் பயிராகப் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. இது மஞ்சள் துரு (yellow rust) நோய்க்கு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டுள்ளது. கைலாஷ் என்னும் வகை வட இந்தியாவில் மிதமான உயரமுடைய மலைப்பகுதிகளில் வளர்ப்பதற்கு ஏற்றது. இதுவும் மஞ்சள் துரு நோய்க்கு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டிருக்கிறது. பனிப்பட்டத்தில் உத்திரப்பிரதேச மாநிலத்தில் விதைக்க ஏற்ற K 24 இலைக்கோட்டு (leaf stripe) நோய்க்கு எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றுள்ளது. வெள்ளத்தால் பாதிக்கப்படும் உத்திரப்பிரதேசப் பகுதிகளுக்கு 'K70' என்னும் வகை பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. 71 என்னும் அம்பெர் வகை கிழக்கு உத்திரப்பிரதேசப் பகுதி மானாவாரிக்கு ஏற்றது. BR 32, NP113 என்பவை முறையே பீகார், டெல்லிப் பகுதிகளில் விளைவிக்க ஏற்றவையாகும். ஜோதி என்னும் வகை சற்றுக் குட்டையானது. ஹெக்டேருக்கு 50-60 கி.கி. தழைச்சத்திட 4.5-5.5 டன் தானிய விளைச்சல் தரவல்லது. இவ்வகை பஞ்சாப், ஹரியானா, டெல்லி முதலிய பகுதிகளில் பயிரிடுவதற்கு 1970 ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்டது. ரத்னா என்னும் வகையும்

1970 ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்டது. இது உவர் நிலப்பகுதிக்கு ஏற்ற வகையாகும். RS 6 என்னும் வகை தென் ராஜஸ்தான், தெற்கு உத்திரப்பிரதேசம், வடக்கு மத்தியப்பிரதேசப் பகுதியிலுள்ள உவர்நிலங்களுக்கு ஏற்றது. இது மாவுறலுக்கும் இன்தேறல் வடித்தலுக்கும் ஏற்றதாகும். ரஞ்சித் என்னும் DL70, RD 103 ஆகியவை ஹெக்டேருக்கு 4.5 - 5.5 டன் தானியம் தரவல்லவை. இறைவைக்குப் பின் பட்டத்திற்கு ஏற்ற வகைகளுள் BG108, RD118, BG105, DL 88 முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. மானாவாரிக்கு ஏற்றவற்றுள் ரத்னா, விஜய், DL3, RD31, PL56, ஆசாத் முதலியவை முதன்மையானவை. இவற்றுள் PL 56 மஞ்சள் துரு நோயிற்கு எதிர்ப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளது. வட இந்திய மலைப்பகுதிகளுக்கு ஏற்ற ஹிமானி, டோல்மா ஆகியவை மஞ்சள் துரு நோயிற்கு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டுள்ளன. கைலாஷ் வகையை விட ஹிமானி ஒரு வாரத்திற்கு முன்பாக விளையும். டோல்மா தானியத்தில் புரதச்சத்து மிகுந்திருக்கும். இதன் தானியம் உமியற்ற (hull-less) வகையைச் சேர்ந்தது.

**நோய்களும் பூச்சிகளும்.** பார்லியில் தோன்றும் நோய்களுள் கரிப்பூட்டை நோய், துரு நோய், சாம்பல் நோய், வேரழுகல், கோட்டுத் தேமல், மஞ்சள் குட்டை (yellow dwarf) முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. மூடிய கரிப்பூட்டை நோயை யுஸ்டிலேகோ ஹோர்டி (Ustilago hordei) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகிறது. இந்நோயால் கதிரிலுள்ள மணிகள் கரிப்பூட்டைகளாக மாற்றப் படுகின்றன. நோயுற்ற செடியைக் கவனமாகப் பிடுங்கி அழித்தும், விதையுடன் கிராமுக்கு 4 கிராம் திராம் மருந்தைக் கலந்து விதைத்தும் இதைக் கட்டுப்படுத்தலாம். யுஸ்டிலேகோ நுடா (Ustilago nuda) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்தும் தளர் கரிப்பூட்டை நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட மணிகள் கருமை நிறமடைந்து உதிர்ந்து விடுகின்றன. இறுதியில் சிறு கதிர்களின் காம்புகள் மட்டுமே செடியில் இருக்கும். விதையுடன் கிராமுக்கு 2.5 கிராம் கார்பாக்சின் பூசணக்கொல்லியை கலந்து விதைத்தும், நோயுற்ற கதிர்களை அகற்றி அழித்தும் வெந்நீர் முறையைக் கடைப்பிடித்தும் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். நோய் எதிர்ப்புத்திறன் வாய்ந்த வகைகளைப் பயிரிடும் இதைக் கட்டுப்படுத்தலாம். மஞ்சள் துரு நோய்ப்பூசணமான பக்ஸினியா ஸ்ட்ரைஃபார்மிஸ் (Puccinia striiformis) இலைகளில் சிறிய மஞ்சள் நிறமான முட்டை வடிவான துருப்புள்ளிகளை உண்டாக்குகிறது. இப்புள்ளி பின்பு கருமை நிறமடைகிறது. இத்துருப்புள்ளிகளை இலையுறையிலும் உமியிலும் காணலாம். இதைக் கட்டுப்படுத்த C164, PL56 போன்ற எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட வகைகளைப் பயிரிடலாம். 1 கிராமுக்கு 2.5 கிராம்



வீதம் ஆக்சி-கார்பாக்சின் என்னும் விதையுடன் கலக்கும் ஊடுருவிச் செல்லும் பூசணக் கொல்லியைக் கலந்து இளஞ்செடியில் உண்டாகும் நோயைத் தடுக்கலாம். பயிரின் மீது சினைப் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 1.70 கி.கி. வீதம் நீரில் கரைத்து 15 நாள்களுக்கு ஒரு முறை தெளித்தும் இதைக் கட்டுப்படுத்தலாம். செடியில் இலை உள்ளிட்ட அனைத்துப் பகுதிகளிலும் சாம்பல் நிறமான பூசண வளர்ச்சி உண்டாகும். சாம்பல் நோயை எரிசிஃபே கிராமினிஸ் (Erysiphe graminis) என்னும் பூசணம் தோற்றுவிக்கிறது. இதைக் கட்டுப்படுத்த ஹெக்டேருக்கு 15-20 கி.கி. கந்தகத்தூளை இலை மீது காலை வேளையில் தூவ வேண்டும். கோட்டுத் தேமல் நச்சுயிரி நோயால் இலைகளில் வெளுப்பான சிறு சிறு கோடுகள் தோன்றலாம். இந்நோய் நச்சுயிரி கோதுமை, ஓட்ஸ் ஆகியவற்றையும் தாக்குகிறது. நோயில்லாத விதையைப் பயன்படுத்தியும் எதிர்ப்புத் திறனுள்ள ரோஜோ, ஹேன்சென், CL 3208-4 போன்றவற்றைப் பயிரிட்டும் இந்நச்சுயிரியைக் கட்டுப்படுத்தலாம். கருந்துரு (black rust), பழுப்புத்துரு (brown rust), குட்டைத்துரு முதலிய நோய்களும் இதில் காணப்படும்.

**பயன்.** 16 ஆம் நூற்றாண்டு வரை பார்லியே ரொட்டி மாவிற்கு அடிப்படைத் தானியமாக இருந்து வந்துள்ளது. கோதுமை மாவுக்குப் பிசிபிசுப்பைத் தரும் குளுட்டென் என்னும் பொருள் பார்லியில் குறைவாக உள்ளமையால் பார்லி ரொட்டி உப்பிக் கொண்டு பஞ்சு போல மென்மையாக இருப்பதில்லை. பார்லியை அரைத்து உமியை நீக்கி விட்டு மேலும் சிறிது தீட்டினால் அதுவே முத்துப்பார்லி (pearl barley) என்பதாகும். இது கஞ்சி தயாரிக்க உதவுகிறது. நோயாளிகளுக்குத் துரைக்கஞ்சி எனப்படும் பார்லிக் கஞ்சி சிறந்த உணவு. குழந்தைகளுக்கும் இது மேம்பட்ட உணவாகும். இது பசியை உண்டாக்கும். உடலைக் கொழுக்க வைக்கும். குருதிச் சோகையை அகற்றும். பார்லி அரிசிக் கஞ்சியைக் கருவுற்ற பெண்களுக்கு உப்புச் சத்து மிகுதியாவதால் கால் வீங்கியிருக்கும்போது தருவதுண்டு. இதனால் சிறுநீர் பெருகி உடலிலுள்ள உப்பு வெளியேறும். சிறு நீர்க் கோளாறுகளும் நீங்கும். உடலுக்குக் குளிர்ச்சியும் உண்டாகும். இதய வலி, வீங்கிய ஈறு, காய்ச்சல் ஆகியவற்றை அகற்ற உதவும். வலியுடன் கூடிய வயிற்றுப்புச்சத்திற்கு இதன் கஞ்சி மிகவும் நல்லது. மால்ட் என்னும் முளைக்கடிப பார்லியை மாவு செய்வதற்கும், பீர், விஸ்கி முதலிய மதுபானங்கள் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுத்துவதுண்டு.

அமெரிக்காவில் தயாராகும் 80%பார்லி, மால்ட், பீர் தயாரிக்க உதவுகிறது. மால்ட்லிருந்து தொழிற்சாலைகளுக்குப் பயனாகும் சாராயம் தயாரிக்கலாம். துணித்தொழிற்சாலை,

மருந்துத் தயாரிப்பு, குழந்தை உணவு, ரொட்டி உணவு, இனிப்புப் பண்டம் முதலியவற்றிலும் இது பயனாகும். மால்ட்டில் 45-55% மால்டோஸ் உள்ளது. சிறிதளவு குளுக்கோஸ், டெக்ஸ்டரின் புரதம், அமைலோஸைட்டிக் நொதி முதலியவையும் உள்ளன. பார்லியிலுள்ள புரத அளவும் வகையும் வினையும் இடத்தையும் வானிலைக் கூறுகளைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். இதிலுள்ள புரதங்களில் அல்புமின், குளோபுலின், புரோலமின், குளுட்டெனின் என்னும் ஹார்டெனின் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

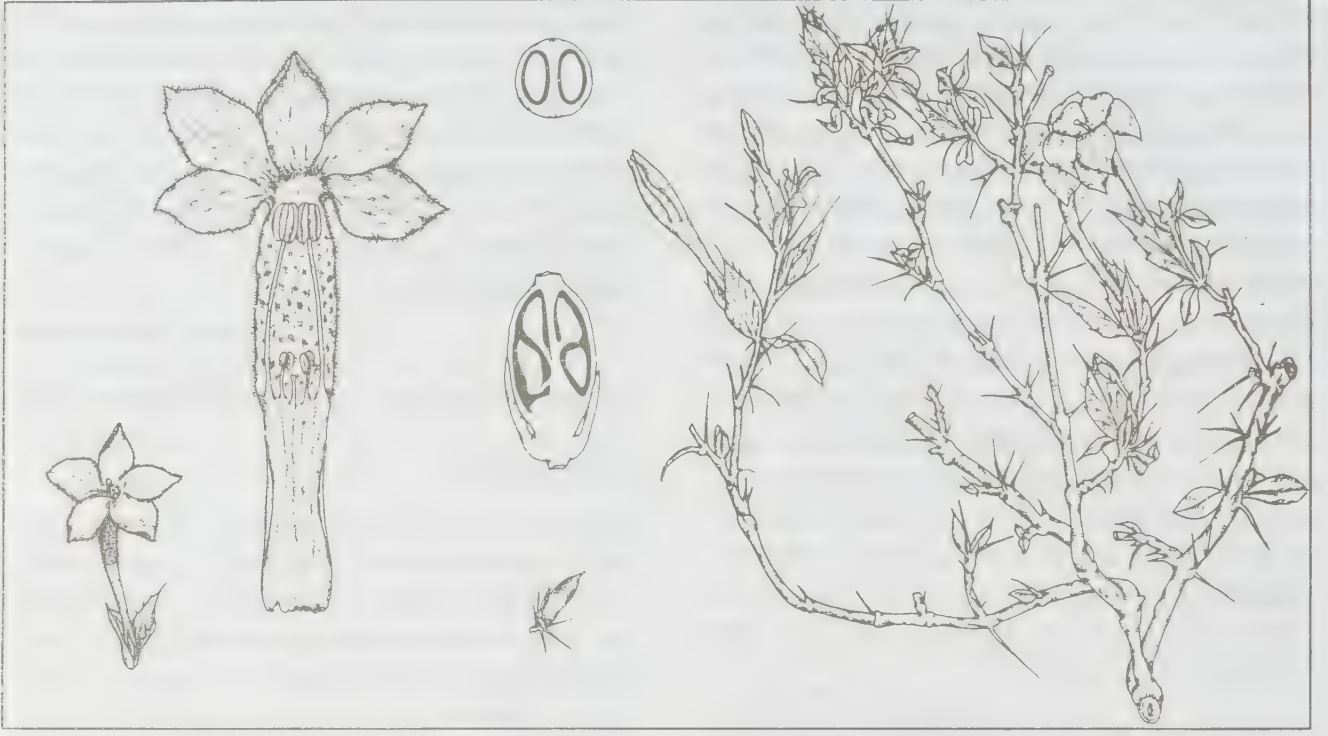
கோ. அர்ச்சுன்

## பார்லேரியா

அக்காந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது முள்ளுடனும் முள்ளில்லாமலும் வளரும் புதர்ச் செடியாகும். இதன் இலைகள் காம்புடனோ, காம்பு இல்லாமலோ, பூக்கள் தனியாகவோ, ஒரு பக்கமாகச் சைம் அல்லது ரசீம் மஞ்சரியாகவோ இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் நான்கும் தனித்தனியானவை. இவை சமமற்று அடுக்கு இதழ் அமைவில் உள்ளன. வெளிப்பக்க புல்லி இதழ் இரட்டைகள் பெரியவை. சில சமயங்களில் இவற்றின் நுனியில் முள் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் புனல் அல்லது தாம்பாள வடிவில் உள்ளன. இவை ஐந்தும் அடுக்கு இதழ் அமைவில் நுனி மழுங்கியோ கூரியவையாகவோ இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் நீள் வட்டமானவை. சூலகம் நீள் சதுரமாகவும், கூம்பு வடிவாகவும் இரண்டு அல்லது நான்கு சூல்களுடனும் உள்ளது. சூலகமுடி சற்றுப் பருத்தோ இரண்டாகப் பிளவுற்றோ இருக்கும். வட்டத்தட்டு கிண்ண வடிவமாயும் சூலகத்தைப் பாதியளவு தழுவிடும் இருக்கும். கனி, வெடிகனி (capsule) ஆகும். கனி முட்டை அல்லது தலைகீழ் முட்டை வடிவிலும் கூரிய மேல்முனையுடையதாகவும் இருக்கும். விதைகள் இரண்டு அல்லது நான்கு, வட்டம் அல்லது முட்டை வடிவில் தட்டையாய் இருக்கும். விதையின் மேல் பட்டுப் போன்ற தூவிகள் இருக்கும். இவை ஆரிதாக வழுவழப்பாகக் காணப்படும்.

பார்லேரியா பேரினத்தில் ரோஸ்முள்ளி (Barleria buxifolia), டிசம்பர்ப் பூ அல்லது செம்முள்ளி (Barleria cristata), அடுக்கு முள்ளி அல்லது கொரக்குமாறு (Barleria nitida), செம்முள்ளி அல்லது காட்டுக் கனகாம்பரம் (Barleria prionitis) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்க தாவரங்களாகும்.

அடுக்கு முள்ளி 2-3 மீ. உயரம் வளரும் செடி. இதை இந்தியாவில் குறிப்பாகத் தென்னிந்திய மலையடிவாரத்தில்



### காட்டுக் கனகாம்பரம் செடியும் அதன் பகுதிகளும்

600மீ. உயரத்தில் கூட்டமாகக் காணலாம். அல்லி இதழ்கள் வெள்ளையானவை. பூவடிச் செதில்கள் முட்டை வடிவானவை. இச்செடியில் டிசம்பர்-பிப்ரவரியில் பூக்களைக் காணலாம்.

ரோஸ்முள்ளிப் பூண்டில் பூக்களுக்குக் காம்புகளுண்டு. சமவெளியிலும் மலைப் பகுதிகளிலும் 500மீ. உயரம் வரையிலும் இதைக் காணலாம். அல்லி இதழ்கள் இளஞ்சிவப்பு அல்லது கருநீலநிறமானவை. பகலில் மலரும் இச்சிறு புதர்ச்செடிகளை வளயில்லாத நிலங்களில்கூடக் காணலாம். முள் காடுகளில் இச்செடிகளை மிகுதியாகக் காணலாம். இதில் நவம்பர் - மார்ச், ஜூலை - அக்டோபர் என இரு பருவங்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. கனிகள் ஆண்டுதோறும் காணப்படுகின்றன.

பார்லேரியா பேரினத்தில் டிசம்பர்ப் பூ (December flower) வணிக அளவில் தோட்டங்களில் பயிர் செய்ய ஏற்றது. இந்தப் புதர்ச்செடி சமவெளியிலும் மலைப்பகுதிகளிலும் 500-900மீ. உயரம் வரையிலும் பயிரிட ஏற்றது. இதை இந்தியா தவிர மியான்மர், இந்தோனீசா, தென்சீனா, ஃபிலிப்பைன்ஸ் ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். இச்செடியில் பூக்கள் டிசம்பர் - பிப்ரவரியில் பெரும் எண்ணிக்கையில் உற்பத்தியாகின்றன.

கனிகள் ஜனவரி முதல் உண்டாகின்றன. டிசம்பர்ப் பூச்செடியை இந்தியா முழுதும் காணலாம். இதன் இலைகள் ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். இலையோரங்களில் மென் தூவிகளைக் காணலாம். இலைக்காம்பு 1.5 செ.மீ. நீளமானது. பூக்கள் 1-4 இலைக்கக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் 1.2x0.3 செ.மீ. அளவிலும் நுனி கூரியவையாகவும் உலர்ந்ததும் சருகு போன்றும் இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் காய்ந்தும் சொரசொரப்பாகவும் முள் போன்றும் குத்தும். அல்லி இதழ்கள் நீலம், இளஞ்சிவப்பு, கருநீலம், வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும். பூவின் குறுக்களவு 1.5 செ.மீ. பூங்குழலின் நீளம் 4 செ.மீ.; மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்து; மகரந்த பைகள் 3 மீ. அளவானவை. சூல்பையில் 4 சூல்கள் உண்டு. சூலகமுடி இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும். கனி 1.5 x 0.4 செ.மீ. அளவிலும் விதைகள் 0.4 செ.மீ. குறுக்களவிலும் இருக்கும். இதன் வேரை எடுத்துத் தூய்மைப்படுத்தி அரைத்துப் பல் வலிக்குத் தரலாம். இரண்டு அல்லது மூன்று இலைகளை மென்று தின்னலாம். உடல் வலி தீர ஆமணக்கெண்ணெயில் அரைத்துத் தடவ வேண்டும். கோ.1 என்னும் கனகாம்பரம் பல்லாண்டு உயிர் வாழும் புதர்ச்செடி. வறட்சியைத் தாங்கி வளரும், இது இளஞ்சிவப்பு நிறப்பூக்களைத் தரும். மல்லிகை, முல்லை போன்ற செடிகள்

பூத்து முடிந்த காலத்தில் இச்செடியில் பூக்கள் மிகுதியாக உற்பத்தியாவது குறிப்பிடத்தக்கது. மல்லிகைப் பூக்களைப் போன்று இதன் பூக்களைச் சேமித்து வைத்துப் பயன்படுத்த முடியாது. மல்லிகை மூலையைப் பறித்த 24 மணி நேரத்திற்குப் பின்பும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் டிசம்பர்ப் பூக்களை பறித்த 30 அல்லது 60 நிமிடங்களுக்குள் பயன்படுத்தாவிடில் உதிர்ந்துவிடும்.

செம்முள்ளியைச் சமவெளிகளிலும் மலைப் பகுதியில் 500 மீ. உயரம் வரையிலும் காணலாம். முள்ளுள்ள இப்புதர்ச்செடி 1-2 மீ. உயரம் வளரும். இதை வேலிப் பயிராக வளர்ப்பதுண்டு. இச்செடியின் பூக்கள் பொன் மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறமுடையவை. இந்தியா தவிர ஆப்பிரிக்கா, மியான்மர், ஸ்ரீலங்கா, மலாக்கா ஆகிய நாடுகளில் இதைக் காணலாம். பூக்கள் நவம்பர்-ஜனவரியில் காணப்படுகின்றன. இதன் இலைச் சாற்றுடன் சர்க்கரை அல்லது தேன் கலந்து காய்ச்சலைத் தணிக்கலாம். குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் சளியைப் போக்கலாம். வேர்ச்சாறு கொப்புளம், சுரப்பிகளால் ஏற்படும் வீக்கம் இவற்றைப் போக்கும். பார்லேரியா ஸ்ட்ரைஃபோசா (Barleria strifosa) என்னும் செடியின் வேரைச் சாறுடுத்துக் கருவாட்டுடன் சேர்த்துத் தரச் சோகை நீங்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பார்வை ஆய்வு

நல்ல வெளிச்சத்தில் நோயாளியை உட்கார வைத்து முதலில் உற்று நோக்கல் முறை மூலம் ஆய்வு மேற்கொள்ள வேண்டும். புருவ அடர்த்தி, இமை நிலை, இமை முடி வளர்ச்சி, விழி வெண்படலம், கருவிழிப்படலம், பளிங்குப் படலம் ஆகியவற்றைக் கூர்ந்து கவனிக்க வேண்டும். கீழிமையைக் கீழிறக்கி, மேலிமையை மேலேற்றிப் பார்க்க வேண்டும். கண் கோளத்தை அங்குமிங்குமாக அசைக்கச் சொல்லி, கண் தசைகள் நன்கு இயங்குகின்றனவா எனப் பார்க்க வேண்டும். கண் பாவை, விரிந்திருக்கிறதா, சுருங்கியிருக்கிறதா, இயல்பு நிலையில் உள்ளதா என அறிய வேண்டும். தொலைவிலிருந்து விரலை நோயாளியின் மூக்கு வரை கொண்டு வந்து குவி பார்வை சரியாக இருக்கிறதா எனவும் தகவமைவு எந்த நிலையில் உள்ளது எனவும் கணிக்க வேண்டும். ஒளிக்கற்றையைக் கண்களில் செலுத்தினால், பாவை சுருங்க வேண்டும்.

பிளாஸ்டோ தகடு கொண்டு பளிங்குப் படலத்தை ஆய்வு செய்யலாம். 2% ஃபுளுரோசினைக் கண்களில் இட்டால் பளிங்குப்படலத்திலுள்ள பாதிப்புகள் தெரிய வரும். கண்



## ஸ்னெல்லன் அட்டவணை

உள்நோக்கி மூலம் கண்ணின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் பார்க்க வேண்டும். தேவையிருந்தால் பாவையை விரித்து அட்ரோபின் சொட்டு இட்டுப் பரிசோதிக்கலாம். டோனோ அளவி கொண்டு கண் உள் அழுத்தத்தை ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.

அண்மைப் பார்வையையும் சேய்மைப் பார்வையையும் ஸ்னெல்லன் அட்டவணை கொண்டு கணக்கிடலாம். நோயாளிக்கும் அட்டவணைக்கும் இடையே 6 மீ. இடைவெளி வேண்டும். நோயாளியின் பார்வைக் கூர்மை சரியாக இருந்தால் அதை 6/6 எனலாம். 6/24 என்றால் 6 மீ. தொலைவில் நோயாளி அட்டவணையின் மூன்றாம் வரியை மட்டுமே படிக்க முடிகிறது எனத் தெரிகிறது. பார்வைத் தளமும் லிஸ்டர் பெரி அளவி கொண்டு ஆயப்படுகிறது. நிறங்களைத் தெரிந்து கண்டுபிடித்தல், ஒளியின் கற்றைக்குக் கண் பாவையின் எதிர்வினை ஆகியவையும் ஆயப்பட வேண்டும்.

இருட்டறையில் கண் உள்நோக்கியால் பார்ப்பதுடன் உறை கொண்டு பளிங்குப் படலத்தையும் பார்க்கலாம். மாட்டன்



கண் உள்நோக்கி கொண்டும் இரு கண் கருவி கொண்டும் நேரடியாகவும், மறைமுகமாகவும் பரிசோதிக்கலாம். கண் உள்நோக்கி கொண்டு ஆய்வதே அடிப்படை முறையாகும். பல்வேறு பொது மண்டல நோய்களையும் இதில் அறுதியிடலாம்.

கீற்று விளக்கு உருப்பெருக்கியும் இதற்குப் பயனாகும். கோல்னோஸ் கோப்பி என்னும் கருவி கொண்டு, மூன்று கண்ணாடி கொண்ட வில்லை மூலம் முன் கண் அறையை முழுமையாக ஆயலாம். இதன் மூலம் பார்வை நரம்புத் தகட்டையும், கருவிழிப் படலத்தையும் கூட ஆய இயலும்.

மு.கி.பழனியப்பன்

## பார்வை உணர்வு

ஒளி வெளிச்சத்தின் தன்மையைத் தெரிந்து கொள்ளும் ஆற்றலே பார்வை உணர்வு அல்லது ஒளி உணர்வு எனப்படும். வெளிச்சத்திலிருந்து இருளுக்கு அல்லது இருளிலிருந்து வெளிச்சத்துக்குச் செல்லும்போது பார்வை பாதிக்கப்பட்டு இயல்பு நிலையடையச் சற்று நேரமாகிறது. இதையே தகவமைவு எனலாம்.

பார்வை உணர்வை அளக்கப் போட்டோ அளவி பயன்படுகிறது. பார்வை நரம்பு, விழித்திரை ஆகியன பாதிக்கப்படும்போதும் கண்புரையின் போதும் பார்வை உணர்ச்சி குறைகிறது. வைட்டமின் குறைபாட்டிலும், விழித்திரை நசிவிலும் இரவுப் பார்வை குறைகிறது. பலவித ஆய்வுகள் மூலம் பார்வை உணர்ச்சிகளின் தன்மையைக் கண்டறியலாம்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Charles A.G.Cook, *Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பார்வைக்கூம்பல்

தகவமைவையும், குவிப்பார்வையையும் இணைப்பது ஓர் அனிச்சைச் செயலாகும். விழிவில்லையின் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம், குவி பார்வையுடன் இணைந்துள்ளது. தக அமைவு, குவியப்பார்வை, பாவைச் சுருக்கம் ஆகியவை பல வழிகளில் வெளிப்படுகின்றன. அவை விழித்திரைத் தளத்திற்குப்

பின்னால் மங்கலான விழித்திரை நிழல் தெரிதல், இரு பக்கப் பொட்டு மடல் பகுதியில் விழித்திரை உருவங்கள் தோன்றுதல், அருகில் இருப்பது போன்ற உணர்வு எழல், விருப்பத்துடன் கூடிய இயக்கம் என்பன.

தகவமைவு ஏற்படுத்தும் தூண்டலால் குவியப் பார்வை உண்டானால், அதைத் தகவமைவு - குவியப்பார்வை எனலாம். இதன் விகிதம் இயல்பாக உள்ளது. தெளிவான பார்வையும், ஒன்றிணைந்த நிலையும் குறிப்பிடப்பட்ட தொலைவில் காணப்படுகின்றன. இயல்பான தகவமைவு-குவியப் பார்வையின் 4 டையாப்டர், 1 டையாப்டர் தகவமைவுக்கு இணையாக இருக்கிறது. இத்தகைய தகவமைவு, குவியப் பார்வை விகிதம், பாவைச் சுருக்கி மருந்துகளால் ஏற்படுகிறது.

குவியப்பார்வை போதாமை. ஒரு பக்கத்திலுள்ள ஒரு பொருளைப் பார்க்கும்போது கண்கள் நன்கு குவியத் தொடங்குகின்றன. சிலபோது இவ்விதம் நிகழ்வதில்லை. பார்வை அச்சச் சுழலில் ஏற்படும் கோளாறே இதற்குக் காரணமாகும்.

குவியப்பார்வை இழப்பு. பெருமூளைக் கோளாறுகளின்போதும், பார்க்கின்சன் நோயின்போதும், மூளைப் புற்றுக் கட்டிகளிலும் இரட்டைப் பார்வையுடன் இதுவும் உண்டாகிறது.

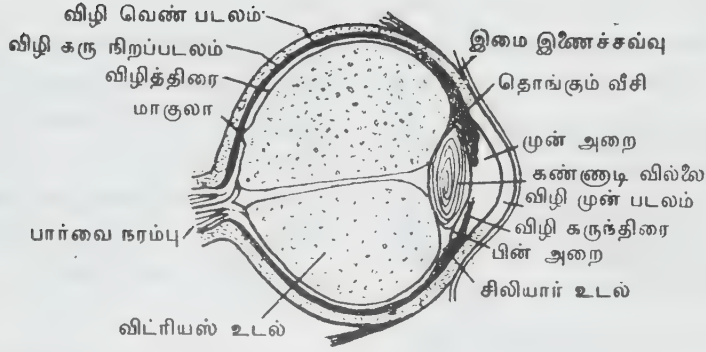
குவியப்பார்வை ஆய்வு. ஆய்வரின் ஒரு விரல், நோயாளியின் மூக்குக்கு 30 செ. மீட்டருக்கு அப்பால் இருக்க வேண்டும். நோயாளி விரலையே பார்க்க வேண்டும். படிப்படியாக விரல் நோயாளியின் மூக்கை நோக்கி வந்து 7 செ.மீ. தொலைவில் நிற்கும். அப்போது எவ்விதக் கடினமும் இன்றி, இரண்டு கண்களும் விரலையே பார்த்துக் கொண்டிருக்கலாம். அல்லது ஒரு கண், வெளிப்புறம் நோக்கித் திசை மாறலாம். அல்லது நோயாளிக்கு இரட்டைப் பார்வை உண்டாகலாம். அல்லது குவியப் பார்வையே ஏற்படாது. குவியப்பார்வையை ஆய்வு செய்யக் கருவிகளும் உள்ளன.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். P.D.Trevor Roper, *The Eye and its Disorders*, Second Edition, Blackwell and Scientific Publications, Oxford, 1984.

## பார்வைத் தகடு

பார்வை நரம்பின் தொடக்கமே பார்வைத்தகடு எனப்படும். பார்வை நரம்பு (optic nerve) என்பது 2ஆம் கபால நரம்பாகும்.



பார்வை நரம்பு (optic nerve)

இது மைய நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்பு இழைகள் சேர்ந்த ஒரு கற்றையாகும். மூளையின் புற வளர்ச்சியாக உருவாகும் இது மூளையின் வெண்பகுதியைப் போன்றது. இதில் மையலின் உறை உண்டு; ஆனால் நியூரெல் உறை இல்லை. ஆதலால் இந்நரம்பு சேதமடைந்தால் மீண்டும் வளர்வதில்லை.

உடற்கூறு இயல். கண்ணுள் பகுதி, கண் குழிவுப் பகுதி, பார்வைக் கால்வாய் உட்பகுதி, கபால உட்பகுதி ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

குருதிப் பரிமாற்றம். முன்புறப் பெருமூளைத் தமனியின் சில நுண் கிளைகளும், கண்ணினுள் கண் தமனியின் கிளைகளும், மையவிழித்திரைத் தமனியும், பார்வை நரம்புக்குக் குருதிப் பரிமாற்றம் செய்கின்றன. இதனால் பார்வைத் தகட்டின் வண்ணம் பெருமூளையில் மாறுபடுகிறது. சிலபோது வெளிறியும், சிலபோது இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடனும் இருக்கிறது. சேய்மைப் பார்வை உடையோருக்கு நரம்புத் தகடு மிகவும் பெரிதாக இருப்பதால், நெருக்கமாகக் காணப்படுகிறது. இதில் பள்ளமோ, குழிவோ, தெளிவற்ற விளிம்புகளோ இல்லை. இதைக் கொண்டே அழற்சியின் தொடக்கத்திலிருந்து இதைப் பிரித்தறிய முடியும். இதைச் சிலபோது போலி வீக்கம் என்பர். பார்வை நரம்பின் மையலின் உறை கருவுற்ற 6 அல்லது 7 ஆம் மாதத்தில் தொடங்குகிறது. மையலின் உறை சிலபோது பளிங்குப் படலம் முதல் விழித்திரையின் நரம்பு இழைகள் வரை செல்கிறது.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Charles A.G.Cook, *Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பார்வை நரம்பு அழற்சி

பார்வை நரம்புகளின் சில அழற்சி நைவுகள், பார்வைத் தகட்டை வீங்கச் செய்கின்றன. வீங்கிய பார்வைத் தகட்டைப் பார்வை நரம்பு அழற்சி (pappillitis) எனலாம். இந்நிலையில் விழித்திரைச் சிரைகளில் வீக்கமும், பார்வைத் தகட்டில் இளஞ்சிவப்பு நிறமும் காணப்படுகின்றன.

தலைக்குக் குருதியை அனுப்பும் சிறிய பின்புற இழைத்தமனிகள் அடைப்பட்டு போனால் இந்த அழற்சி ஏற்படுகிறது. இது ஒரு தமனி அழற்சியாக இருப்பதால், கிரந்தி நோய், கொல்லாஜன் கோளாறு, அக்கி போன்றவற்றோடு பார்வை நரம்பு அழற்சி ஏற்படலாம். தமனித் தடிப்பு, சர்க்கரை நோய், குருதி மிகு அழுத்தம் ஆகியவற்றிலும் இந்நிலை உருவாகலாம். திடீரென்று பார்வை இழப்பு ஏற்பட்டு, வீங்கிய பார்வை நரம்பு தகடு, புள்ளிகளால் சூழப்பட்டு இருந்தால்



பார்வை நரம்பு அழற்சி (papillitis)



## 142 பார்வை நரம்பு நலிவு

அதைப் பார்வை நரம்பு அழற்சி எனக் கொள்ளலாம். இந்நோய் முழுமையாகச் சீரடையாது.

பார்வை நரம்புத் தலை வீக்கத்திலிருந்து இதைப் பிரித்தெரிய வேண்டும். இங்குப் பார்வைத் தகடு பெரிதாக உள்ளது. வீக்கம் பெரிதாக இருந்தாலும் குருதி நாளப் புடைப்பும், குருதிப் பெருக்கும், பார்வைப் பாதிப்பும் இருப்பதில்லை. இது முற்றும் நிலையில் அழற்சியாக இருந்தால் மட்டுமே சீரடைகிறது.

பார்வை நரம்பு அழற்சி, பார்வை நரம்பின் முன் பகுதியின் அழற்சியால் உண்டாகிறது. சேய்மைப் பார்வை நோய்க்காகக் கண்ணை ஆயும்போது பார்வைத்தகடு இருண்டும், குருதி நாளங்கள் மிகுந்தும், விளிம்புகள் மங்கலாகவும் இருந்தால் அதைப் பார்வை நரம்பு அழற்சி எனக் கொள்ளவேண்டும்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். W.B. Mathews, *Diseases of the Nervous System*, Fourth Edition, Blackwell and Scientific Publications, Oxford, 1982.

## பார்வை நரம்பு நலிவு

விழித்திரையின் நரம்புச் செல் திரள் தொடங்கும் இடத்திலிருந்து, வெளிப்புற ஜெனிக் குலேட் உறுப்பு வரை பார்வை நரம்புக்கு எத்தகைய கோளாறு ஏற்பட்டாலும் அந்நரம்பில் நலிவு மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன.

நலிவுக்கான காரணங்கள். பிறவி ஊனம், அடிபட்ட காயம், அழற்சி, நச்சுநிலை, உணவுப் பற்றாக்குறை, குருதிநாளப் பாதிப்பு, நசிவு நோய், புற்றுநோய், புற்றுக்கட்டி இவற்றால் நலிவு ஏற்படலாம். பார்வை நரம்பு நேரடியாகவே நலிவடைந்தால் அதை முதல்நிலைப் பார்வை நரம்பு நலிவு என்றும், ஏதேனும் ஒரு நோயின் காரணமாக நலிவடைந்திருந்தால் அதை இரண்டாம்நிலைப் பார்வை நரம்பு நலிவு என்றும் கூறலாம். இவ்வகையான பாகுபாடு, கண் உள்நோக்கி மூலமும் வரையறுக்கப்படுகிறது. பிறவியிலேயே கோராய்டு, விழித்திரை, விழித்தகடு ஆகியவற்றில் நலிவு ஏற்படும் நச்சு நிலைக் காரணிகளில் புகையிலை, மது, ஈயம் ஆகியவை அடங்கும். புற்றுக்கட்டி பார்வை நரம்பையோ, பரிவாகு படலத்தையோ பாதித்து நலிவை உண்டாக்கலாம். வைட்டமின் B பற்றாக்குறை காரணமாகவும் நலிவு ஏற்படலாம்.

இரண்டாம் நிலைப் பார்வை நரம்பு நலிவுக்கு முதன்மைக் காரணம் நரம்பு அழுத்தப்பட்டுக் குருதிப் பரிமாற்றம்

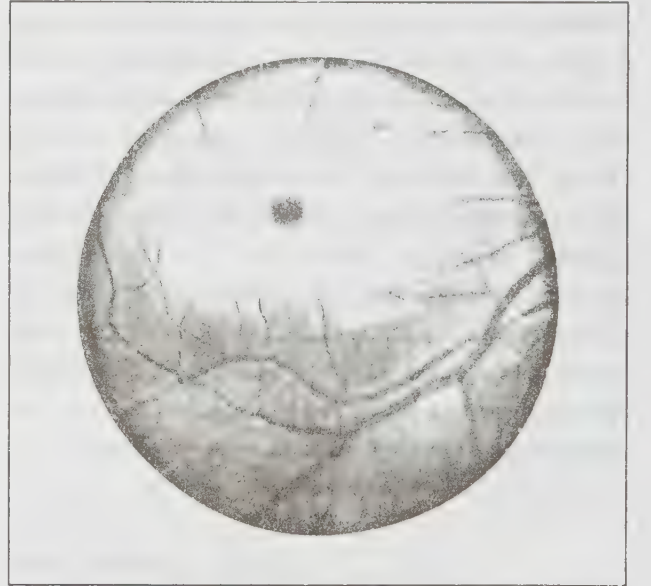
தடைப்படுதலேயாகும். புற்று, ஆஸ்டியோமா, மெனிஞ்சியோமா போன்றவை தோன்ற எலும்பு முறிவு, பிட்யூட்டரிக் கழலை, குருதிநாள விரிவு, மூளைக்கட்டி போன்றவையே காரணங்களாகும். கண் உள்நோக்கி மூலம் எளிதில் நோயை உறுதி செய்யலாம். பார்வைத் தள அளவீடு நோய் அறுதியிடலில் பெரும் பங்கு கொள்கிறது. காரணத்தை அறிந்த பின்னர் உரிய மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Alexander G. Cross, *Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பார்வைப் புள்ளி

விழித்திரையில் காணப்படும் ஓர் ஆழமற்ற நீள்வட்டக் குழிவையே பார்வைப் புள்ளி (macula) எனலாம். லத்தீன் மொழியில் 'மேகுலா' என்றால் புள்ளி எனப் பொருளாகும். பார்வைத்தகட்டின் பொட்டு மடல் விளிம்பிலிருந்து 3.5 மி.மீ. தொலைவில் 2 மி.மீ. விட்டத்தில் இப்புள்ளி அமைந்துள்ளது. இதில் கூம்புகள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. துல்லியமான நடுப் பார்வைக்கு (fovea centralis) இதுவே காரணமாகும்.



பார்வைப்புள்ளி (macula)

விழித்திரையின் அமைப்பு எங்கும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. கண் கோளத்தை விட்டுப் பார்வை நரம்பு



செல்லும் இடத்தில், பார்வைத் தகட்டின் பக்கத்தில் கம்புகளும், கூம்புகளும் இருப்பதில்லை. இங்குப் பார்வைப் பணிகள் நடைபெறா. இதையே பார்வையற்ற மையம் அல்லது குருட்டுப்புள்ளி எனலாம்.

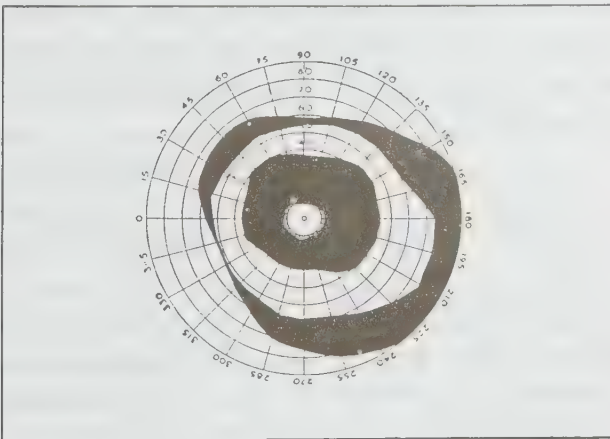
மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். M.Zolotoryova, *Diseases of the Eye*, Mir Publishers, Moscow, 1966.

## பார்வையின்மை

பார்ப்பதைத் தடைசெய்தல், பார்வை உறுப்புக்களைப் பயன்படுத்தாமை ஆகியவற்றால் பார்வையின்மை (amblyopia) தோன்றலாம். பெருமூளைப் புறணியில் உண்டாகும் பார்வைத் தடை முறையில் இரு கண்களுக்கும் பார்வையே இராது அல்லது கலங்கலான விழித்திரை உருவம், ஒரு கண் பார்வையில் புறணியால் அடக்கப்படுகிறது. இவ்வகை தனியாகவோ, கூட்டாகவோ தோன்றலாம். இத்தகைய பார்வையின்மையில் ஒரு கண் பார்வை பாதிக்கப்படுவதே குறிப்பிடத்தக்கது.

விழித்திரை - பெருமூளைப் புறணியின் பார்வைப் பகுதிகளைப் பயன்படுத்தா நிலை குறிப்பாக 9 வயதுக்கு முன்பே தோன்றுகிறது. பார்வையின்மை நோயில் தெளிவான விழித்திரைப் படம் விழாமையே காரணமாகும். இரண்டு கண்களிலும் பார்வைக் கூர்மை மிகையாக வேறுபடும்போது இந்நிலை ஏற்படுகிறது. பிறவி ஊன ஒரு பக்கக் கண் புரையில், மற்றக் கண்ணைப் பயன்படுத்தாமல் இருப்பதாலும் இது உண்டாகிறது. மாறுகண் நிலையில் இத்தகைய பார்வைத் தடை-



பார்வையின்மை (amblyopia)

நிலையாக ஏற்பட்டுவிடுகிறது. குழந்தையின் வயதையும், நோயின் தொடக்கத் தன்மையையும், அது நீடித்த காலத்தையும் பொறுத்து இத்தகைய பார்வையின்மை சீரடையலாம்.

தன்மை. பார்வைக் கூர்மை குறைகிறது. வரிசையாக இருக்கும் எழுத்துகளைப் படிப்பது கடினமாகிறது. நிறப்பார்வை பாதிக்கப்படுவதில்லை; பார்வைப் புள்ளிக் கூம்புத் தளங்கள் மிகவும் பெரிதாகின்றன. பார்வைப் புள்ளியில் உருவாகும் ஒரு விகாரமான புள்ளியைப் பொறுத்து இந்தப் பார்வையின்மை அமைகிறது.

ஊக்குவிக்கும் காரணி. புகையிலை, மெத்தில் ஆல்கஹால், ஈயம், ஆர்செனிக் கார்பன் டை சல்ஃபைடு ஆகியவற்றால் படிப்படியாக மையப் பார்வை இழக்கப்படுகிறது. வெளிச்சம் குறைவாக இருக்கும்போது ஓரளவு பார்க்க முடிகிறது. இதைப் பகல் குருடு (hemeralopia) என்பர்.

மருத்துவம். சில போது, 7 வயதுக்குள் தானாகவே இந்நிலை சரியாகிவிடுகிறது. வயது கூடும்போது, நோய் சீரடைவது கடினமாகும். பிரகாசமான ஒளி கொண்டு பார்வைப் புள்ளியைத் தூண்டினால், பார்வை சீரடைவதாக நம்பப்படுகிறது. பலர் இது பற்றிக் கருத்து வேறுபாடு கொண்டுள்ளனர்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். P.V.Curran, *The Eye and its Disorders*, Blackwell and Scientific Publications, Oxford, 1984.

## பார்ன், மாக்ஸ்

இவர் ஜெர்மன் இயற்பியலார் ஆவார். மாக்ஸ் பார்ன் 1882 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 11 ஆம் நாள் ஜெர்மனியிலுள்ள பெரஸ்லவ் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். துணை அணுத் துகள்களின் நிகழ்விற்குப் புள்ளியியல் சமன்பாடுகளை வடிவமைத்த மைக்காக் 1954 ஆம் ஆண்டின் இயற்பியல் நோபல் பரிசு இவருக்கு அளிக்கப்பட்டது.

1921இல் இவர் காட்டிங்கன் பல்கலைக்கழகத்தில் கோட்பாட்டு இயற்பியல் பேராசிரியரானார். பார்ன், வெப்ப அளவிற்கு வரையறையையும் முதலாம் வெப்ப இயக்கவியல் விதிக்குக் கணிதவியல் அமைப்பையும் வடிவமைத்தார். 1926 இல் இவருடைய மாணவரான வெர்னர் ஹைசன்பெர்க் என்பார் குவாண்டம்

கோட்பாட்டிற்கான முதல் விதியை நிறுவினார். பின்னர் இவர், ஹைசன்பெர்க்டுன் இணைந்து இக்குவாண்டம் விதிக்குக் (கற்றை விதி) கணிதவியல் விளக்கத்தை உருவாக்கினார். பின்னர், எர்வின் சுரோடிஞ்சர் என்பார் குவாண்டம் எந்திரவியல் (கற்றை இயங்கியல்) அலைச் சமன்பாட்டை வடிவமைத்தார். பார்ன், இவ்வலைச் சமன்பாட்டின் தீர்வுகள் புள்ளியியல் சிறப்பு வாய்ந்தவை எனக் கண்டறிந்தார். மேலும் இவர் அணுத்துகள்களின் சிதறல் (scattering) கணக்கீடுகளைத் தீர்ப்பதற்குப் பார்ன் தோராயத்தை (born approximation) உருவாக்கினார். இவரும் ராபர்ட் ஒப்பன்ஹைமரும் இணைந்து மூலக்கூறுகளின் எலெக்ட்ரான் - கட்டமைப்பைக் கணக்கிட்டனர்.



1933இல் இவர் நாஜ்சிற்குச் சென்று, அங்குக் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் பணியாற்றினார். 1936 இல் எடின்பெர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் இயற்கைத் தத்துவத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். பார்ன் ஓய்வு பெற்ற பிறகு 1953இல் மேற்கு ஜெர்மனியிலுள்ள காட்டிங்கனுக்குத் திரும்பினார். இவர் 1970ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 5ஆம் நாள் காட்டிங்கனில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பாரசீக வளைகுடா

இது ஆசியக் கண்டத்தின் அரேபிய முந்நீரக நிலப்பகுதிக்கும் தென்மேற்கு ஈரான் நாட்டிற்கும் இடையே உள்ள இந்தியப் பெருங்கடலின் ஆழங்குறைந்த கடற்பகுதியாகும். இதன் பரப்பளவு 2,40,000 ச.கி.மீ., சராசரி ஆழம் 90மீ. இதன் தென்கிழக்குப் பகுதியில் ஒரு சில இடங்களில் இதன் ஆழம்

சற்றே மிகுந்துள்ளது. ஆழம் மிகுந்த பகுதி ஈரானிய நாட்டின் கடற்கரையை அடுத்தும், அகலமான ஆழம் குறைந்த பகுதி அரேபிய நாட்டின் கடற்கரையை அடுத்தும் உள்ளன. இதன் நீளம் 990 கி.மீ., அகலம் 56 - 336 கி.மீ. ஆகும். வளைகுடாவில் பாஃரெய்ன் என்னும் சிறிய நாடு தீவாக உள்ளது. இதன் வடக்கேயும், கிழக்கேயும் ஈரான் நாடும் தெற்கே அரேபிய எமிரேட்ஸ் ஒன்றிய நாடுகளும் வடமேற்கே குவைத், ஈராக் ஆகிய நாடுகளும் சூழ்ந்துள்ளன.



டைகிரிஸ், யூஃரேடிஸ், காருண் ஆகிய நதிகள் இக்கடலில் பாய்கின்றன. எனினும் இப்பகுதியின் உயர் வெப்பத்தால் ஆற்றுநீர் விரைந்து ஆவியாகி, கடல் நீரின் உவர்ப்பியம் கூடுதலாகவே உள்ளது. இந்நாடுகளில் பெட்ரோலிய எண்ணெய் உற்பத்தி மிகுந்துள்ளமையால் இதன் தொடர்பான வாணிபமே இக்கடல் வழி மிகுதியும் நடைபெறுகிறது. இதைச் சூழ்ந்துள்ள சிறு நாடுகளில் மீன் பிடிக்கும் தொழில் வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது.

எம். எஸ். கோவிந்தசாமி

## ஃபாரடே, மைக்கேல்

இவர் ஆங்கிலேய இயற்பியலாரும், வேதியியலாரும் ஆவார். மைக்கேல் பாரடே (Michael Faraday) 1791ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 22ஆம் நாள் இங்கிலாந்திலுள்ள நிவிங்டன் என்னுமிடத்தில் ஓர் ஏழைக் கொல்லருக்கு மகனாகப் பிறந்தார். இவருடைய மின்காந்தவியல் பற்றிய ஆய்வு மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது.



ஃபாரடே, மைக்கேல்

இவர் பள்ளிக் கல்வியை முடித்தவுடன் 1805இல் புத்தகக் கடை ஒன்றில் பணியில் சேர்ந்தார். கடைக்கு வரும் நூல்களை ஓய்வு நேரத்தில் பயின்று அறிவியல் அறிவை வளர்த்துக் கொண்டார். பிரிட்டானிகா கலைக்களஞ்சியம், ஜேன்மார் செட் அம்மையார் எழுதிய வேதியியல் பற்றிய சொற்பொழிவுகள் ஆகிய இரு நூல்களும் ஃபாரடேவின் மனத்தை மிகவும் கவர்ந்தவை. இவையே இவரை அறிவியலில் ஈடுபாடு கொள்ளச் செய்தன.

1812இல் கடைக்கு வரும் வாடிக்கையாளர் ஒருவரிடம் அனுமதிச் சீட்டைப் பெற்றுச் சர்.ஹம்பிரி டேவி என்பார் ராயல் கழகத்தில் நிகழ்த்திய சொற் பொழிவிற்குத் தொடர்ந்து சென்று, அச்சொற்பொழிவைப் பற்றிக் குறிப்புகள் எடுத்துக் கொண்டார். இக்குறிப்புகளை டேவிக்கு அனுப்பி அவருடைய ஆய்வகத்தில் வேலை வேண்டிக் கடிதம் எழுதினார். இவருடைய ஆர்வத்தைக் கண்டு மகிழ்ந்த டேவி, ஃபாரடேவை அழைத்து உதவியாளர் பதவி அளித்தார். பின்னர் 1813 ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்களில் இவருக்கு ஆய்வக உதவியாளர் பதவி அளிக்கப்பட்டது. இங்குதான் இவருடைய ஆய்வுகள் தொடங்கின.

1821இல் இவர் சராக் பார் பார்னார்டு என்பவரை மணந்தார். பின்னர் ராயல் பயிலகத்தின் கண்காணிப்பாளரானார். 1824இல் இவர் ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் அ.க.15-10

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். குளோரின் வளிமத்தைப் பற்றியும் அது வினை புரிந்து தரும் கலவையைப் பற்றியும் ஆய்வு செய்தார். பின்னர் வளிமங்களை நீர்மமாக்கும் முறையைக் கண்டறிந்தார். 1825இல் பென்சீன் என்னும் கரிமப் பொருளைக் கண்டுபிடித்தார்.

1820ஆம் ஆண்டு முதல் ஃபாரடே காந்தப் புலத்திலிருந்து மின்சாரத்தைக் கண்டறியும் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து செய்து வந்தார். 1831இல் காந்தப் புலத்தைக் கொண்டு மின்சாரத்தை உண்டாக்கலாம் எனக் கண்டறிந்தார். பின்னர், மின்னோடி (electric motor) பற்றிய தத்துவத்தையும் மின்னாற்பகுப்பு விதிகளையும் அறிந்தார். 1845இல் இவர் தளமுனைவாக்கப்பட்ட (plane polarised) ஒளிக்கண்ணாடி, துண்டின் வழியே செல்லும் போது ஒளிவிலகல் எண் மிகுதியாக ஏற்படும் என்றும், காந்த விசையால் முனைவாக்கத் தளத்தைத் திருப்ப முடியும் என்று தெளிவுபடுத்தினார்.

இவர் கடுமையாக உழைத்தமையால் உடல்நலம் குன்றி நினைவாற்றலை இழந்த பின்பும் ஆய்வு செய்வதை விடவில்லை. சர் ஹம்பிரி டேவியிடம் தன் கண்டுபிடிப்புகளில் மிகப் பெரியது எது எனக் கேட்டபோது அவர் தம் சீடர் ஃபாரடேவைக் காட்டி 'இவர்தான்' என்று கூறினாராம். உலகப் புகழ் பெற்று விளங்கினாலும் எளிமையாகவே வாழ்ந்த இவர் 1867ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 25 ஆம் நாள் சூரே என்னுமிடத்தில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## ஃபாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதி

1813 இல் ஃபாரடே என்னும் அறிவியலார், மூடிய சுற்றிற்கு (closed circuit) அருகே ஒரு காந்தத்தைத் திடீரென்று கொண்டு சென்றால், அச்சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கால்வனோ அளவியில் விலக்கம் ஏற்படுவதைக் கண்டார். இவ்விலக்கத்திற்குக் காரணம் தூண்டு மின்னியக்கு விசை (induced electromotive force) என அறிந்தார். இந்திகழ்வை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஃபாரடே பின்வரும் விதிகளை நிறுவினார். இவ்விதிகள் ஃபாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதிகள் (Faraday's laws of electromagnetic induction) எனப்படுகின்றன.

1. ஒரு கடத்தியைச் சுற்றியுள்ள காந்தப்புலத்தை மாற்றும்போது, கடத்தியில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.





மின்னாற்றலை உருகிய அல்லது நீரில் கரைந்த நிலையில் கடத்தவல்ல பொருள்கள் மின்பகுளிகள் (electrolytes) எனப்படுகின்றன. ஒரு மின்பகுளிக் கரைசலில் இரு மின் முனைகளை புகுத்தி, நேர் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் மின்பகுளி சிதைவுற்று, அதன் விளைவாகத் தனிமங்கள் மின் முனையை அடையலாம் அல்லது ஒரு மின் முனையே கரையத் தொடங்கலாம். பொதுவாக மின்முனைகள் யாவும் உலோகங்கள் ஆகும். எனவே, மின் முனைகளுக்கும் மின்பகுளிக் கூறுகளுக்கும் இடையே எலெக்ட்ரான் மாற்றம் நிகழ்கிறது. எலெக்ட்ரான் ஏற்றம் என்னும் நிகழ்வை ஒடுக்கம் (reduction) என்றும் எலெக்ட்ரான் அகற்றம் எனும் நிகழ்வை ஆக்சிஜனேற்றம் (oxidation) என்றும் குறிப்பிடுதல் மரபு. ஆக்சிஜனேற்றம் நிகழும் மின்முனையை நேர்மின் முனை என்றும் ஒடுக்கம் நிகழும் மின் முனையை எதிர் மின் முனை என்றும் ஃபாரடே குறிப்பிட்டார்.

ஃபாரடேயின் முதலாம் விதியை  $m = ZIt$  எனும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம். இதில்  $m$  = மின்னாற் பகுக்கப்படும் பொருளின் அல்லது மின்முனைகளில் படியும் கரையும் அல்லது வெளிவிடப்படும் தனிமத்தின் நிறை.

$I$  = மின்னோட்டத்தின் அளவு;

$t$  = மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் காலம்

$Z$  = மின் வேதிசமான நிறை (electrochemical equivalent)

ஒவ்வொரு தனிமத்திற்கும்  $Z$  ஒரு மாறிலியாகும்.

ஃபாரடேயின் இரண்டாம் விதியை

$$\frac{m_1}{E_1} = \frac{m_2}{E_2} \quad \text{அதாவது}$$

$$\frac{m_1}{E_1} = \frac{m_2}{E_2} = \frac{m_3}{E_3} \dots$$

என எழுதலாம். இதில்  $m_1, m_2, m_3$  என்பன வரிசையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்கலங்களின் மின் முனைகளில் படியும், கரையும் அல்லது வெளிவிடப்படும் தனிமங்களின் நிறை;  $E_1, E_2, E_3$  என்பன முறையே அத்தனிமங்களின் சமமான நிறையாகும்.  $m/E$  எனும் விகிதம் ஒரு தனிமத்தின் கிராம் சமான நிறையாகும். எனவே, இரண்டாம் விதிப்படி, ஒரே மின்னோட்டத்தைச் சமகாலத்திற்குச் செலுத்தினால் படியும் அல்லது கரையும் தனிமங்களின் கிராம் சமான நிறைகளும் சமமாக இருக்கும். மாற்றிக் கூறியின், சம கிராம் சமான நிறையும்

பல வேறு தனிமங்களைக் கரைப்பதற்கோ படிவிப்பதற்கோ தேவைப்படும் மின்சாரத்தின் அளவும் ஒன்றேயாகும். குறிப்பாக, ஒரு கிராம் சமான நிறை தனிமத்தைப் (எத்தன்மையாயினும்) படிவிப்பதற்கோ, கரைப்பதற்கோ, விடுவிப்பதற்கோ தேவைப்படும் மின்சாரத்தின் அளவு ஒரு மாறிலியாகும். இம் மாறிலிக்கு ஃபாரடே எனப் பெயர். இதன் குறியீடு 'F'.

ஒரு ஃபாரடே - 96487 கூலும் சமான நிறை<sup>-1</sup>. மின்னாற் பகுப்பில், செலுத்தப்படும் ஃபாரடேயின் அளவும் விளைவாகும் தனிமத்தின் கிராம் சமான நிறையும் சம எண் மதிப்புக் கொண்டவை. இவ்வுண்மை மின் வேதியியல் ஆற்றல் மாற்றத்தின் அடிப்படையாகும்.

$F$  - க்கும்  $Z$  - க்கும் உள்ள தொடர்பு. ஃபாரடே முதலாம் விதியின்படி  $m = ZIt$  அல்லது  $Z = m/It$  ஓர் ஆம்பியர் ( $I = 1$ ) மின்னோட்டத்தை ஒரு நொடிக்கு ( $t = 1$ ) செலுத்தினால்,  $Z = m$  என்றாகும். அதாவது, ஒரு கூலும் மின்சாரம் செலுத்தப்படுவதால் வேதி மாற்றத்திற்குட்படும் தனிமத்தின் நிறையே அத்தனிமத்தின் மின்வேதிச் சமான நிறையாகும். அதன் அலகு கிராம்.கூலும்<sup>-1</sup>

ஒரு கூலும் மின்சாரம் செலுத்தப்படுவதால் தோன்றும் தனிம நிறை மாற்றம்  $Z$  என்றும், ஒரு ஃபாரடே (96487கூலும்) செலுத்தித் தோற்றுவிக்கப்படும் தனிம நிறை மாற்றம்  $E$  (சமான நிறை) என்றும் ஆவதால்

$$E = 96487 Z \text{ ஆகும்.}$$

$F$  இன் அடிப்படைப் பொருள். மின்கலங்களில் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற, ஒடுக்கங்கள் யாவும் எலெக்ட்ரான் பரிமாற்றங்களேயாதலால், செலுத்தப்படும் மின்சாரத்தின் அளவுக்கும் பரிமாற்றப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக் கைக்கும் தொடர்பு இருத்தல் வேண்டும். ஒரு ஃபாரடே என்பது ஒரு மோல் (அவோகாட்ரோ எண்) எலெக்ட்ரான்களின் மீதான மொத்த மின்சமையாகும்.

$$F = N \times e$$

இங்கு  $F$  = ஃபாரடே;  $N = 6.023 \times 10^{23}$  (அவோகாட்ரோ எண்)

$e$  = எலெக்ட்ரானின்மின்சுமை ( $1.6 \times 10^{-19}$  கூலும்)

$$F = 6.023 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19} = 96487 \text{ கூலும்.}$$

பயன். மின்வேதியியல் என்ற அறிவியல் துறைக்கு அடிகோலியவை ஃபாரடேயின் விதிகளே; மின்முலாம் பூச்சுத்துறையில் பூச்சுக்குத் தேவைப்படும் உலோகத்தின் நிறையை ஃபாரடேயின் விதியைக் கொண்டு துல்லியமாக

அறியலாம். பூச்சுத் தடிமனும், பூச்சு உலோகத்தின் அடர்த்தியும் தெரிந்தால் மட்டும் போதுமானதாகும்; அலுமினியம், சோடியம், மக்னீசியம், கால்சியம் போன்ற உலோகங்களின் தயாரிப்பிலும், பெரும்பாலான உலோகங்களின் தூய்மைப்படுத்தும் முறையிலும் ஃபாரடே விதி நிலையான அடிப்படையை உருவாக்கியுள்ளது. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு (கேஸ்னர் - கெல்னர் கலம்), கால்சியம் கார்பைடு (மின் உலை முறை) எத்தேன், எத்தீன் (கோல்ப் முறை), அனிலீன் (நைட்ரோ பென்சீனின் மின்வழி ஒடுக்கம்) என்னும் பல வேதிப் பொருள்களின் தயாரிப்புகளில் ஃபாரடே விதி ஓர் அளவறி (qualitative) பகுப்பாய்வு விதியாகும்.

மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

துணைநூல். C.N.R.Rao, University General Chemistry, Macmillan India Ltd., Chennai, 1995.

## ஃபாரடே விளைவு

ஒளி செலுத்தப்பட்ட காந்தப்புல விசைக் கோடுகளின் திசையிலுள்ள பகுப்பொருளின் வழியாகச் செல்லும்போது முனைவாக்கத் தளத்தின் நேராக முனைவுற்ற ஒளிக்கற்றை சுழல்கிறது என்பதை எம்.ஃபாரடே என்பார் கண்டறிந்தார். இவ்விளைவைக் காந்தச் சுழற்சி என்பார். இச்சுழற்சியின் மதிப்பு ( $\alpha$ ), காந்தப் புலத்தின் வலிமை (H), கடத்தும் பொருளின் தன்மை, ஒளியின் அதிர்வெண் ( $\gamma$ ) வெப்பநிலை, சுட்டளவு (parameter) ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். பொதுவாக

$$\alpha = \gamma \times H$$

$x$  = காந்தமுற்ற பொருளில் ஒளிப்பாதையின் நீளம்

$\gamma$  = வெரிடிட் மாறிலி

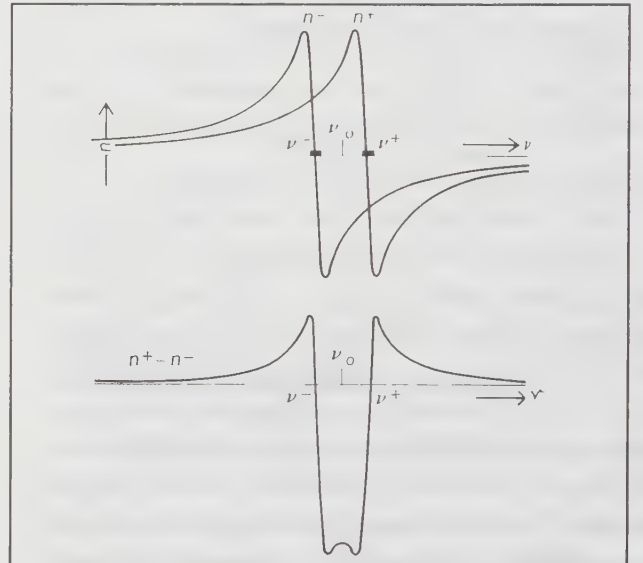
இம்மாறிலி, கடத்தும் பொருளின் தன்மை அதன் வெப்பநிலை, ஒளியின் அதிர்வெண் ஆகியவற்றின் பண்பாகும்.

குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ஃபாரடே விளைவு மெல்லிய உட்கவர் வரிகளையுடைய பொருளில் அதாவது வளிம நிலையிலும் குறிப்பிட்ட படிக்கங்களில் எளிதாக உள்ளது. இவ்விளைவுகளை அவற்றிலுள்ள அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் பண்புகளின் மூலம் நன்கு விளக்கலாம். ஏனைய பொருள்களில் சிக்கலான நிலை இருப்பினும் ஒரே தத்துவத்தைப் பெற்றுள்ளன.

முனைவாக்கமுற்ற வலஞ்சுழி ஒளியின் விலகல் எண்ணிற்கும் முனைவாக்கமுற்ற இடஞ்சுழி ஒளியின் விலகல்

எண்ணிற்கும் ( $n$ ) வேறுபாடு இருக்கும்போது முனைவாக்கத் தளத்தில் சுழற்சி ஏற்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் படிகம் அல்லது சர்க்கரைக் கரைசல் போன்ற ஒளி உணர் பொருள்களைத் தவிரப் பெரும்பாலான பொருள்களில் காந்தப் புலமின்றி இவ்வேறுபாடுகள் காணப்படுவதில்லை. உட்கவர் வழிக்குழலில் விலகல் எண், அதிர்வெண்ணிற்கேற்ப மாறுபடுகிறது என்பது கவனிக்கத்தக்கது.

ஒளி, காந்தப்புல விசைக்கோடுகளுக்கு இணையாகச் செல்லும்போது உட்கவர் வரி இரண்டு கூறுகளாகப் பிளவுபடுகிறது. அவை எதிர்த்திசைகளில் வட்டமாகத் தளவினைவுற்றவையாக உள்ளன. இது எளிய மென் விளைவு ஆகும். ஒரு வரியில் வட்டமாக முனைவுற்ற வலஞ்சுழி ஒளியும், மற்றொன்றில் வட்டமாக முனைவுற்ற இடஞ்சுழி ஒளியும் உட்கவர்ப்படுகின்றன. விலகல் எண்கள்  $n^+$  உம்  $n^-$  உம் அவ்வவ் உட்கவரும் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்துள்ளன. அவை வடிவில் ஒத்துள்ளன. ஆனால் மென் கூறுகளுக்கிடையே உள்ள அதிர்வெண்களின் வேறுபாடு வெளிப்படுகிறது. ( $n^+ - n^-$ ) வேறுபாடு சுழியின்றி அதற்குச் சான்றாகும். சுழற்சியின் மதிப்பு, உட்கவரும் வரிகளுக்கருகில் மிகுதியாகவும் அதன் அதிர்வெண் கூடும்போதோ குறையும் போதோ மிகக் குறைவாகவும் காணப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட உட்கவரும் வரி இரண்டுக்கு மேற்பட்ட கூறுகளாகப் பிளவுற்றாலோ நிறமாலையின் குறிப்பிட்ட பகுதியில் பெரும்பாலான மெய் உட்கவர் வரிகள் இருந்தாலும் ஃபாரடே விளைவுகள் சிக்கலாகத் தோன்றலாம்.



ஃபாரடே விளைவை விளக்கும் வரைபடங்கள்



அ. வட்டமாக முனைவாக்கமுற்ற இடஞ்சுழி ஒளியின் விலகல் எண் ( $n^-$ ), வலஞ்சுழி ஒளியின் விலகல் எண் ( $n^+$ ) உட்கவர் வரிகளின் அருகில் காந்தப்புலத்தில் இரட்டையாகப் பிளவுறுதல்.

ஆ.  $n^+$ ,  $n^-$  வளைவுகளுக்குள்ள வேறுபாடு; காந்தச்சுழற்சி இவ்வேறுபாட்டைப் பொறுத்துள்ளது.

படம் 1இல் விளக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சி வெப்பநிலைச் சார்ந்ததன்று. அதன் சுழற்சி உட்கவர் வரிகளின் இடப்புறங்களில் சமச்சீராக உள்ளது. இவை சரியான டயா காந்தவியலின் ஃபாரடே விளைவல்ல. பொருள்கள் டயா காந்தத் தன்மை பெற்றிருக்கும்போது அதாவது உட்கவர் வரிகளின் பிளவு என்பது குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்களின் வரிகளில் பிளவின்றி, உயர் ஆற்றல் மட்டங்களிலுள்ள பிளவுகளைக் குறிக்கிறது.

பொதுவாக இரு சீமன் கூறுகளின் செறிவுகள் சமமாக இருக்கும்போது அவை ஒத்த நிலைகளிலுள்ளன. மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளிலுள்ள பாரா காந்தவியல் உப்புக்களைத் தவிர அனைத்துப் பொருள்களுக்கும் அவை பொருந்தும். அதில் கூறுகள் காணப்படுவதில்லை. பின்னைய நிகழ்ச்சியில் உயர்வெப்பநிலையில்  $+1$  மற்றும்  $-1$  ஆற்றல் மட்டங்களில் சம எண்ணிக்கையுள்ள அயனிகள் உள்ளன. மேலும் இரு சமன்கூறுகளில் முதலில் கூறப்பட்டதில் செறிவுகள் சமமாக உள்ளன.

மிகக் குறைவான வெப்பநிலையில் சீமன் அமைப்பிலுள்ள மீலுயர் அதிர்வெண்ணின் கூறுகள் மட்டும் விளக்கப்படுகின்றன. இந்தநிகழ்ச்சியில் விலகலின் குணகம் உட்கவர் வரிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அது ஒரு மாறிலி.  $n^+$ ,  $n^-$  ஆகியவற்றிற்கு உள்ள வேறுபாடுகள்  $n^+$  வளைவுகள் வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளன. சுழற்சியின் உட்கவர் வரிக்குச் சமச்சீரானவையல்ல. வரியின் ஒரு புறத்தில் வலஞ்சுழியாக இருந்தால் மறுபுறம் அவை இடஞ்சுழியாக இருக்கும்.

வெப்பநிலை உயர்த்தப்பட்டால் இருபுறமும் சமமாகும் வரை ஏனைய வரிகளின் செறிவுகள் உயர்ந்து கொண்டிருக்கும். நிலைமாறு பகுதியில் ஃபாரடே விளைவு வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருக்கும். இவ்விளைவுகள் பாராக் காந்தவியல் ஃபாரடே விளைவுகள் எனப்படும். ஃபாரடே விளைவின் உதவியால் லேசர் ஒளியைப் பிளிண்ட் கண்ணாடி உருளையை அதிர்வுற்ற கிளர்வு கம்பிச்சுருளில் தேய்த்து அலைப்பண்பேற்றம் செய்யலாம். கம்பிச்சுருள் 19,000 காஸ் மதிப்புள்ள மீலுயர் காந்தப் புலத்தை உற்பத்தி

செய்ய வேண்டியிருப்பதால் இம்முறையில் அலைப் பண்பேற்றம் செய்வது அரிதாக உள்ளது.

க. சித்திரா தேவி

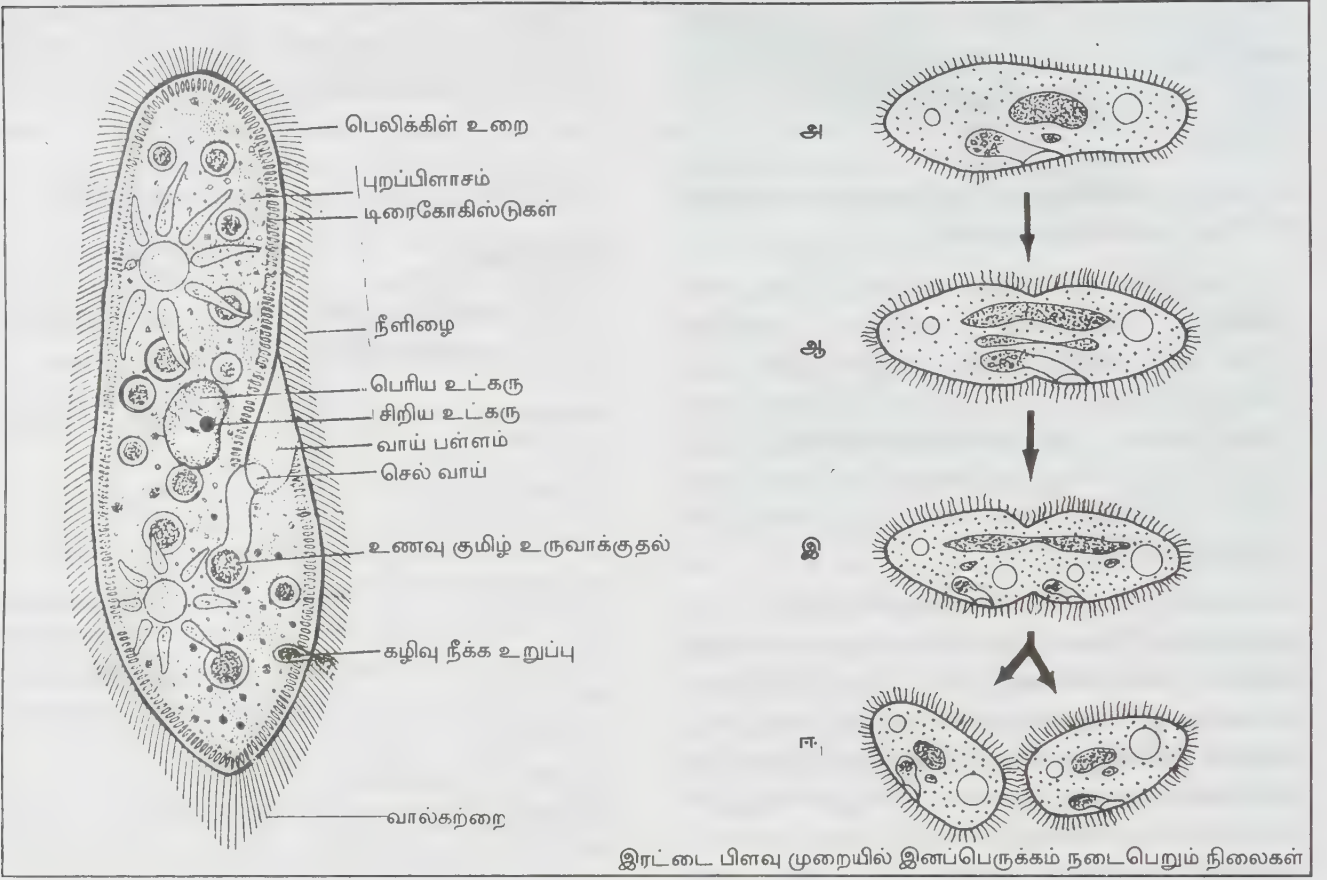
## பாரமானி

காண்க: அழுத்த அளவிகளும் அழுத்தத்தை அளத்தலும்

## பாரமீசியம்

முதுகெலும்பற்ற ஒரு செல் உயிரித்தொகுப்பில் (protozoa) குற்றிழையின (ciliata) வகுப்பில் வகைபடுத்தப்பட்டுள்ள உயிரி பாரமீசியமாகும். இவ்வுயிர் செருப்பு வடிவத்தில் காணப்படுவதால் இதைச் செருப்பு வடிவ உயிரி (slipper animal cule) என்பர். குற்றிழை உயிரிகளின் அனைத்துப் பண்புகளுக்கும் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகப் பாரமீசியம் திகழ்கிறது. பாரமீசியத்தில் எட்டுச் சிறப்பினங்கள் காணப்படுகின்றன. பாரமீசியத்தைக் காடேட்டம் வகை (caudatum type), அரீலியா வகை (aurelia type) என்றும் பிரிக்கலாம். காடேட்டம் வகை பாரமீசியத்தில் சிறிய உட்கரு (micro nucleus) ஒன்று மட்டுமே காணப்படும். ஆனால் அரீலியா வகையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உட்கருக்கள் இருக்கும்.

பாரமீசியம் காடேட்டம். இது உலகம் முழுவதும் பொதுவாகக் குளம், குட்டை, ஆறு ஏரி போன்ற நன்னீர் நிலைகளில் காணப்படும் ஒரு குற்றிழை உயிரி ஆகும். அழுகும் பொருள்கள் நிரம்பிய நீரில் இதன் எண்ணிக்கை மிகுந்திருக்கும். நுண்ணோக்கியின் மூலம் பார்க்கக்கூடிய இவ்வுயிரி 30 - 350 மைக்ரான் அளவுள்ளது. செருப்பு வடிவ இவ்வுயிரியின் தலை முனை அகலமாகத் தட்டையாகவும், உயிரியின் பின்பகுதி (posterior end) கூராகவும் காணப்படும். உடல் முழுவதும் குற்றிழைகள் அமைந்திருக்கும். உடலின் நடுப் பகுதியில் ஓர் இறுக்கமும் (depression) தொண்டையும் (vestibule) உள்ளன. தொண்டை உடலினுள் சென்று முடிவடைகிறது. உடலை வெளிப்புறத்தில் மெல்லிய சவ்வு (pellicle) பாதுகாக்கிறது. இச்சவ்வின் அடிப் புறத்தில் கொட்டும் செல்களும் (trichocysts) குற்றிழைகள் உருவாக்கும் அடிப்பகுதி



படம் 1. பாரமீசியம்

உறுப்புகளும் (basal body) காணப்படுகின்றன. இதில் இருவகை உட்கருக்கள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்றான உருவில் பெரிய உட்கரு (mega nucleus) உயிரியின் நடைமுறைச் செயல்களைக் (metabolic activities) கட்டுப்படுத்திக் கண்காணிக்கிறது. மற்றோர் உருவில் சிறிய உட்கரு (micro nucleus) இனப்பெருக்கம் (reproduction) செய்ய உதவுகிறது. பாரமீசியத்தில் தலைப்பகுதியில் ஒன்றும் வால்பகுதியில் ஒன்றுமாக இரண்டு சுருங்கு நுண்குமிழியும், அதைச் சுற்றிப் பல சேகரிக்கும் ஆரக்கால்வாய்களும் (radial collection tubes) உள்ளன.

இவை உடலினுள் உட்புகும் நீரை வெளியேற்றப் பெரிதும் துணை செய்கின்றன. டையாட்டம், கோலை (bacterium coli) போன்ற பாக்டீரியாக்களை இது உணவாக உட்கொள்கிறது. 24 மணி நேரத்தில் ஏறத்தாழ 2.5 மில்லியன் பாக்டீரியாக்களை இது உண்ணக்கூடியது.

இதன் உணவு நுண்குமிழ் (cyclosis) ஒரு குறிப்பிட்ட சுழற்சிப் பாதையில் சென்று கொண்டே இருக்கும். செரிக்கப்படாத உணவு உடலின் எந்த ஒரு பகுதியிலும் தற்காலிக மலப்புழையின் மூலம் வெளியேற்றப்படும். இது நீரில் ஏறத்தாழ 1500 நொடி வேகத்தில் நீந்தக்கூடியது. இது நீந்துவதற்குக் குற்றிழைகளின் சீரான அசைவு பெரிதும் துணை நிற்கிறது. நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனைச் சுவாசித்து இது உயிர் வாழ்கிறது. பொதுவாக 24-28°C வெப்பமுள்ள நீர் நிலைகளிலேயே வாழ்கிறது. கலவியிலா இனப்பெருக்கமும், கலவிப் பெருக்கமும் இவ்வுயிரியில் காணப்படுகின்றன. கலவியிலா இனப்பெருக்கம் மிகச் சாதாரண இடைமட்ட இருசமபிளவு முறையில் (transverse binary fission) ஏற்படுகிறது. இம்முறையில் ஒரு நாளில் 2 அல்லது 3 முறை பிளவுபடுகிறது. கலவி இனப்பெருக்கம் இணைவு முறை (conjugation) மூலம் நடைபெறுகிறது. இம்முறை இவ்வுயிரிகளின் தனிப்பட்ட

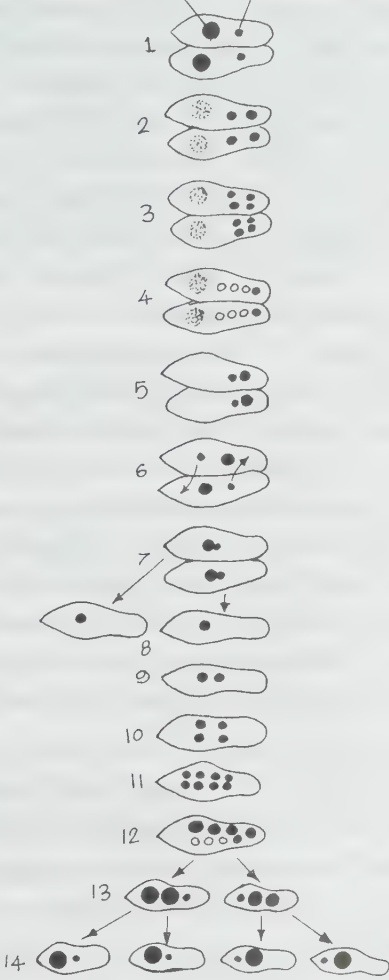
## பாரன்கைமாத் திசு

எளிய உருவமைப்புடைய உயிருள்ள செல்களின் தொகுப்பு பாரன்கைமாத் திசு (parenchyma) எனப்படும். இதில் உள்ள செல்களில் மெல்லிய செல்கவர் உண்டு. இச்செல் பல பக்கங்களைக் கொண்டது. திசுவின் தனிச் செல்கள் பாரன்கைமாச் செல்கள் எனப்படும். இது அடிப்படைத் திசு என்றும் குறிப்பிடப்படும். ஏனைய திசுக்களான சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்கள், நுனி ஆக்கு திசுக்கள், இனப்பெருக்கத் திசுக்கள் ஆகியவை பாரன்கைமாவால் ஆக்கப்பட்டுள்ளமையால் இது அடிப்படைத் திசு எனப்படும். பாரன்கைமாச் செல்கள் காயங்களை ஆற்றுவதற்கும், புதிய தாவரப்பகுதிகளை உண்டாக்கவும் பயன்படுகின்றன. ஏனைய திசுக்கள் யாவும் பாரன்கைமாவிலிருந்து தோன்றுவதால் மரபு வழியில் இது மிகவும் முற்பட்டது. படிமலர்ச்சிக் கீழ்நிலையில் உள்ள பல செல் தாவரங்கள் யாவும் பாரன்கைமாச் செல்களாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

தாவரங்களின் மிகச் சிறப்பான பணிகளான ஒளிச்சேர்க்கை, தன்மயமாதல், சுவாசித்தல், சுரப்பு, கழிவுப்பொருள் வெளியேற்றம் ஆகியவற்றைப் பாரன்கைமாச் செல்கள் செய்கின்றன. சைலம், ஃபுளோயம் திசுவில் உள்ள பாரன்கைமாச் செல்கள் நீர், ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருள் ஆகியவற்றைக் கடத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. அமைப்பியல், செயலியல் தன்மைகளில் பாரன்கைமாச் செல்கள் மேம்பட்டு விளங்கவில்லை. இதனால் இவை மீண்டும் ஆக்கு திசுக்களாக மாறிப் பகுப்படைந்து செல் பெருக்கத்திற்கு வழி வகுக்கின்றன. தாவரங்களின் தக்கை, புறணி, இலை இடைத்திசு, கனிகளின் சதைப்பகுதி, விதைகளின் முளைசூழ்தசை, சைலம் முதலியவற்றில் பாரன்கைமாச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. பாரன்கைமாச் செல்களில் தடிப்புகள் ஏற்பட்டு அவை கோலன்கைமா, ஸ்கிளீரன்கைமா போன்ற உறுதி தரும் திசுக்களாக மாறுகின்றன.

அமைப்பு. செல்களின் பணிகளுக்கு ஏற்றவாறு பாரன்கைமாச் செல்களின் அமைப்பு மாறுபடும். பசுங்கணிகங்கள் அமைந்த பாரன்கைமாச் செல்கள் குளோரன்கைமா எனப்படும். இலைகளில் உள்ள ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் பாரன்கைமாச் செல்கள் பாலிசேடு பாரன்கைமா (palisade parenchyma) என்றும், பஞ்சுப் பாரன்கைமா (spongy parenchyma) என்றும் இருவகைப் படும். பாரன்கைமாச் செல்களில் அமைடு, புரதம், சர்க்கரை, ஸ்டார்ச் முதலியன சேமிக்கப்படுகின்றன. தரைக்கீழ்த்

பெரிய நியூக்ளியஸ் சிறிய நியூக்ளியஸ்



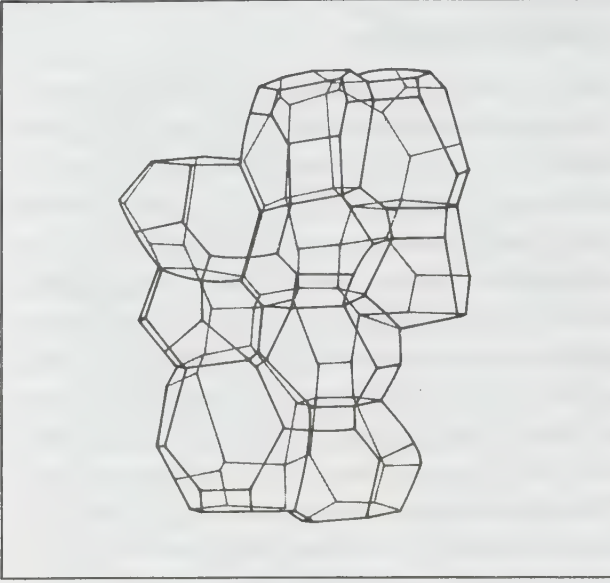
இணைவு இனப்பெருக்கத்தை விளக்கும் படம்

படம் 2.

பண்பாகும். இம்முறையை டி.ஹெச்.சன்னிபார்ன் என்பார் 1937ஆம் ஆண்டு முதன்முதலில் கண்டறிந்தார். இம்முறையில் இரண்டு பாரமீசியங்கள் அருகருகே வந்து சயாமிய இரட்டையர் போல இணைந்து தங்கள் உட்கருவை மாற்றிக் கொள்கின்றன. இம்முறை பல உட்கரு மாற்றங்களுக்குப் பிறகு பல்வேறு நிலைகளில் ஏற்படுகிறது. இது 12 - 48 மணி நேரத்திற்குள் நடைபெறுகிறது. இம்முறையின் சிறப்பைப் பல ஆய்வறிஞர்கள் விளக்கியுள்ளனர்.

கோவி. இராமசாமி





அஸ்பராகஸ் வேரில் காணப்படும் பாரண்கைமாச் செல்கள்

தண்டுகளிலும், வேர்க் கிழங்குகளிலும் உள்ள பாரண்கைமாச் செல்களில் சேமிப்புப் பொருளாக ஸ்டார்ச் உள்ளது. விதைகளில் உள்ள வித்திலை, முளைக்கும் தை ஆகியவற்றின் திசுக்களிலும் பாரண்கைமாச் செல்கள் உள்ளன. பாரண்கைமாச் செல்களில் நீர் உள்ள வெற்றிடங்கள் பல உள்ளமையால் அது நீர் சேமிக்கும் திசுவாகவும் உள்ளது. பாரண்கைமாச் செல்களில் டானின், கனிம உப்பு, படிசு ஆகியவை உள்ளன. பொதுவாகப் பாரண்கைமாச் செல்கள் நெருக்கமாக அடுக்கப்பட்டிருக்கும் அல்லது செல் இடைவெளிகள் காணப்படும். நீரில் வாழும், பூக்கும் தாவரங்களில் ஆக்சிஜன் உள்ள பாரண்கைமாச் செல்கள் காற்றுடை பாரண்கைமாச் செல்கள் (aerenchyma) எனப்படும்.

பாரண்கைமாச் செல்களில் பல பக்கங்கள் உள்ளன. ஒரே தாவரத்தில் உள்ள பல பாரண்கைமாச் செல்கள் உருவத்தில் மாறுபடுகின்றன. தாவரச் செல்களில் இயல்பாக உள்ள 14 பக்கங்கள் பாரண்கைமாச் செல்களில் காணப்படுகின்றன. இலைகளில் உள்ள பாரண்கைமாச் செல்களில் சுவர்களில் செல்லுலோஸ், அரைச் செல்லுலோஸ், பெக்டின் போன்ற பொருள்கள் உள்ளன.

கே.ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்

துணைநூல். Katherine Esam, *Plant Anatomy*, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

## பாராசிட்டமால்

இது காய்ச்சல், தலைவலி, உடல் வலி போன்ற நிலைகளில் பயன்படும் மருந்தாகும். இது மார்ஃபின் போன்று ஆற்றல் வாய்ந்த வலி நீக்க மருந்தாக விளங்குவதில்லை. மேலும் இது உடல் உள்ளுறுப்புகளில் ஏற்படும் வலியையோ காயங்களால் ஏற்படும் வலியையோ மிகுதியும் குறைப்பதில்லை. உறக்கத்தை ஏற்படுத்தாத காரணத்தாலும் இது துயிலூட்டாத வலி நீக்கிகளில் (non-narcotic) ஒன்றாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆயினும் பிற துயிலூட்டாத வலி நீக்கிகளான ஆஸ்பிரின், ஃபினைல் பியூட்டசோன், மெஃபெனிக் அமிலம் ஆகியவற்றைப் போன்று அழற்சியை எதிர்க்கும் பண்பு இதற்கு இல்லை. அழற்சியின்போது புரோஸ்ட்டிகிளான்டினின் என்னும் பொருள் உடலில் பெருமளவில் உற்பத்தியாகிறது. மேற்கூறிய மருந்துகள் யாவும் புரோஸ்ட்டிகிளான்டினின் உற்பத்தியைக் குறைப்பதன் மூலம் அழற்சியால் ஏற்படும் வலியைக் குறைக்கின்றன. பாராசிட்டமால், புரோஸ்ட்டிகிளான்டினின் உற்பத்தியை மிகக் குறைந்த அளவிலேயே ஒடுக்கிறது. எனவே அழற்சி நிலைகளில் ஏற்படும் வலியைக் குறைப்பதற்கு இது பெரிதும் பயன்படுவதில்லை.

இது பாரா அமைனோ ஃபினைலின் வழி வந்த பொருளாகும். ஃபினைசிட்டின் என்னும் வலிநீக்கி மருந்தும் பாரா - அமைனோ ஃபினைலிலிருந்து தோன்றியதாகும். எனினும் பாராசிட்டமாலுக்குப் பொதுவாகக் குறைவான நச்சு விளைவு உள்ளமையால் இதுவே மிகுதியும் பயன்படுகிறது.

வாய்மூலம் தரும்போது இது விரைவாகவும் முழுமையாகவும் உள்ளேறக்கூடுகிறது. இது கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றம் அடைந்து சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகிறது. இம்மருந்து இரைப்பை உறுத்தலையும் இரைப்பைக் குருதி ஒழுக்கையும் (gastric haemorrhage) ஏற்படுத்துவதில்லை. எனவே இரைப்பைப்புண், சிறுபுண் உள்ள நோயாளிகளிடத்திலும் இது பயன்படுத்த ஏற்ற மருந்தாக உள்ளது.

பாராசிட்டமால் 500-1000 மி.கி என்னும் அளவில் 4 மணிக்கொரு முறை வாய்மூலம் தரப்படுகிறது. குழந்தைகளிடத்தில் ஒரு நாளின் மொத்த அளவு 1.2 கிராமுக்கு மிகக் கூடாது. இது சில சமயங்களில் மருந்துக் காய்ச்சலையும் (drug fever) தோல் பொரிப்பையும் (skin rashes) அரிதாகக் குருதியில் வெள்ளணுக் குறைவையும் (leukopenia) தோற்றுவிக்கக்கூடும்.

பாராசிட்டமாலை 10 -15 கிராம் அளவில் ஒரே முறையில் உட்கொள்ளும்போது கல்லீரல் சிதைவை ஏற்படுத்துகிறது. 25 கிராம் மருந்தை ஒரே முறையில் உட்கொண்டால் பெரும்பாலும் மரணம் ஏற்படும். கல்லீரல் நச்சின் அறிகுறிகள் இம்மருந்தை உட்கொண்ட 2 - 6 நாட்களுக்குப் பின் தோன்றுகின்றன. வாந்தி, இரைப்பை வலி, மஞ்சட்காமாலை, குருதியில் குறை சர்க்கரை நிலை (hypoglycaemia), நினைவிழந்த நிலை முதலிய அறிகுறிகள் வெளிப்படுகின்றன.

பாராசிட்டமாலை மிகையாக உட்கொண்ட நோயாளிக்கு வாந்தி எடுக்க வைத்தல், இரைப்பையைக் குழாய் செலுத்திக் கழுவுதல் ஆகிய மருத்துவ முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். சிஸ்ட்டமின் எனும் கொழுப்பில் கரையும் தன்மையுடைய அமினோ அமிலம், பாராசிட்டமால் நச்சு மருத்துவத்தில் சிறந்த பயன் தருவதாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. இதை 1 - 2 கிராம் அளவில் சிரை வழியாக 10 நிமிடங்களில் கொடுக்க வேண்டும். பின்பு வேளைக்கு 400 மி.கி வீதம் 3 வேளைகளுக்கு 24 மணி நேரத்திற்குக் கொடுக்க வேண்டும். பாராசிட்டமால் உட்கொண்ட 10 மணி நேரத்திற்குள் இதைக் கொடுத்தால் சிறந்த பயன் அளிக்கிறது. சிஸ்ட்டமின் கிடைக்காதபோது மெத்தியோனினை வாய் மூலம் 2 கிராம் வீதம் 4 மணிக்கொருமுறை 10 கிராம் வரையில் கொடுக்கலாம்.

இது குரோசின், மெட்டாசின், கால்பால் ஆகிய வணிகப் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது. இது 500 மி.கி. மாத்திரையாகவும் குழந்தைகளுக்குத் தர ஏற்ற வகையில் 5 மி.லிட்டரில் 125 மி.கி கொண்ட இனிப்பு நீர்மமாகவும் ஊசிமூலம் தசையினுள் செலுத்த ஏற்ற வகையில் 250 மி.கி அளவு கொண்ட குமிழாகவும் கிடைக்கிறது.

கு. சிவஞானம்

## பாராடைஃபாய்டு

குடல் காய்ச்சல் எனப்படும் இது பாராடைஃபாய்டு A, B, C என மூவகைப்படும். பாராடைஃபாய்டு காய்ச்சல், நீர் மூலம் பரவுவதில்லை. இறைச்சி, உணவு, பனிக் குழைவு (ice cream) இவற்றின் வழியாகவே பெரிதும் பரவுகிறது. பாராடைஃபாய்டு B வகையே பெரும்பாலும் மனிதரைத் தாக்குகிறது.

பாராடைஃபாய்டு A, B ஆகியன குடல் பாதையில் பெருமளவில் உறுத்தலைத் தருகின்றன. இதனால் முதலில் வயிற்றுப்போக்கும், பேதியும் தோன்றுகின்றன. நோய் மறைகாலம் மிகவும் குறைவாகவே இருக்கிறது. காய்ச்சல் இருந்தபோதிலும் நோயாளி இயல்பாகவே உள்ளார். நோய்க் கடத்துங்காலம் சிறிது நேரமே நீடிக்கிறது. பாராடைஃபாய்டு A இல் காய்ச்சல் நீடித்துக் காணப்படுகிறது. எனினும் சிக்கல்கள் இருப்பதில்லை. பொதுவாகக் காய்ச்சல் மீண்டும் தோன்றுகிறது. பாராடைஃபாய்டு B-இல் இரைப்பை, குடல், மலக்குடல் உள்ளிட்ட செரிமான மண்டலத்தின் நிணக் குமிழ்த் திசுக்கள் அனைத்தும் பாதிக்கப்படுகின்றன. மஞ்சட் காமாலை, சிரைகளில் குருதி அடைப்பு, சீழ் நைவு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. பாராடைஃபாய்டு C இல் சீழ் குருதி நிலையும் (septicaemia), மூட்டழற்சி, பித்தநீர்ப்பை அழற்சி போன்றவையும் காணப்படும்.

அறிகுறி. பாராடைஃபாய்டு நோயின் முதன்மை அறிகுறிகளாகக் காய்ச்சல், குறைந்த நாடித் துடிப்பு, குறைந்த உடல் வெப்பம், நச்சு நிலை, மண்ணீரல் வீக்கம், செம்புள்ளி ஆகியவை விளங்குகின்றன. பாராடைபாய்டு காய்ச்சல் குறைந்த காலமே நீடிக்கிறது. குடல் சிக்கல்கள் மிகவும் குறைவாகவே காணப்படுகின்றன. நோய் அறுதியிட, வெள்ளையணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கை மிகவும் குறைவாகவே இருப்பது உதவுகிறது. முதல் வாரத்திலேயே குருதியில் நுண்ணுயிரிகள் காணப்படுகின்றன. சிறுநீரிலும், மலத்திலும் 2,3 வாரங்களில் நுண்ணுயிரிகள் தென்படுகின்றன. நோயை அறுதியிட வைடால் எதிர்வினை (widal reaction) உதவுகிறது.

மருத்துவம். குளோரம் ஃபெனிகால், கோடிரை மாக்க்சோல், ஆம்பிசெலின் ஆகியவை பயனளிக்கின்றன. குருதிப்பெருக்கு (haemorrhage), சிறுகுடலில் துளை (perforation) ஆகிய சிக்கல்கள் அரிதாகத் தோன்றினாலும் அறுவை துணை புரியும்.

நோயைத் தடுக்க டி.ஏ.பி ஊசி பெரிதும் உதவுகிறது. அசெட்டோன் கலந்த டி.ஏ.பி மிகவும் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. டி.ஏ.பி தடுப்பு ஊசியில் 1000 மில்லியன் சால்மோனல்லா டைஃபாய்டு நுண்ணுயிரிகளும், 750 மில்லியன் சா. பாராஃடைபாய்டு A உம், 750 மில்லியன் சா. பாராஃடைபாய்டு B உம், 750 மில்லியன் சா. பாராஃடைபாய்டு C உம் காணப்படுகின்றன. C தேவைப்பட்டால் மட்டுமே சேர்க்கப்படுகிறது. 1 மி.லி



தோலடி ஊசியாகக் கொடுத்து 6 வாரங்கள் கழித்து 1 மி.லி தடுப்பூசி போட வேண்டும். குடிநீரின் தூய்மை இந்நோயைப் பெரிதும் தடுக்கும்.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Manson Bahr, *Manson's Tropical Diseases*, Eighteenth Edition, ELBS, London, 1982.

## பாரால்டிஹைடு

இது உறக்கத்தை ஏற்படுத்தும் மருந்தாகும். செர்வெல்லோ என்பார் 1882 இல் பாரால்டிஹைடை (paraldehyde) அறிமுகப்படுத்தினார். இது ஆவியாகக்கூடிய இயல்பும், பற்றி எரியும் தன்மையும், கெடுமணமும் கொண்ட நீர்மப் பொருளாகும்.

இம்மருந்தின் உறக்கத்தை ஏற்படுத்தும் இயக்கம் மெதுவாகத் தொடங்கி நெடுநேரம் நீடிக்கிறது. இதற்கு மூச்சுக்குழல்களைச் சுருங்கச்செய்யும் தன்மையுண்டு. ஆனால் இயக்கு தசைகளின் இறுக்கத்தையோ, அனிச்சைச் செயல்களையோ, இதயச் சுருக்கத்தையோ இது பாதிப்பதில்லை. கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றமடையும் இது சிறிதளவு சிறுநீரில் வெளியேறுகிறது. ஒரு பகுதி மாற்றம் அடையாமல் நுரையீரல் வழியாகச் சுவாசத்தில் வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு சுவாசத்தில் வெளியேறும்போது, இம்மருந்து ஒருவிதத் கெடுமணத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

பாரால்டிஹைடைக் கண்ணாடி ஊசிக்குழல் (syringe) வழியாகவே செலுத்த வேண்டும். நெகிழி (plastic) ஊசிக்குழல் மூலம் செலுத்தக்கூடாது. ஏனெனில் பாரால்டிஹைடு நெகிழியுடன் வினைபுரிந்து வேதி மாற்றமடையும் இயல்புடையது. வாய் மூலம் இதை 2 - 8 மி.லி அளவில் கொடுக்கலாம். தசைவழியாக (intramuscular) 10 மி.லி அளவில் செலுத்தினால் இது பயனுள்ள உறக்க மருந்தாகவும், வலிப்பு எதிர் மருந்தாகவும் விளங்குகிறது. மலக்குடல் வழியாகவும் இதைச் செலுத்தலாம். அவ்வாறு செலுத்தும்போது தேவையான அளவு பாரால்டிஹைடுடன் அதைப் போன்று இருமடங்கு ஆலிவ் எண்ணெய் அல்லது உப்புக்கரைசலைச் (saline) செலுத்த வேண்டும்.

இதைச் சிரை வழியாகச் செலுத்தும்போது குருதிச் சுற்றோட்டத்தைப் பாதித்து நுரையீரல் நீர்த்தேக்கத்தையும்

ஏற்படுத்தக்கூடும். எனவே மிக இன்றியமையா நிலையில் மட்டுமே இதைச் சிரை வழியாகத் தருதல் வேண்டும். மனநோயாளிகளின் எதிர்ப்புணர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி அவர்களிடம் அமைதியை ஏற்படுத்த இதைச் சிறிது கூடுதலாகத் (15-30 மி.லி) தசைவழியாகத் தரலாம். இசிவு நோயிலும் (tetanus) இம்மருந்து பயனளிக்கிறது.

தசை வழியாகச் செலுத்தும்போது இம்மருந்து மிகுந்த வலியை ஏற்படுத்துவதுடன், தசைச் செல்களின் நசியவயும் (necrosis) உண்டாக்கக்கூடும். இதை வெயிலிலும் வெப்பமான சூழ்நிலையிலும் நெடுங்காலம் வைத்திருந்தால் அசெட்டிக் அமிலமாகச் சிதைந்து திசுக்களை அரிக்கும் நச்சாக மாறிவிடுகிறது. எனவே தற்போது இம்மருந்தை மிகுதியும் பயன்படுத்துவதில்லை.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். E.F.Reynolds, *Martindale-The Extra Pharmacopaedia*, Twentyeighth Edition, The Pharmaceutical Press, London, 1982.

## பாரிஸ் சாந்து

கால்சியம் சல்ஃபேட்டின் அரைநீரேற்றப் படிவ வடிவம் பாரிஸ் சாந்து (plaster of paris) ஆகும். இதன் வாய்பாடு  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  ஜிப்சம்  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  என்னும் கனிமத்தை  $250^\circ\text{C}$  இல் நீற்றுவதால் கிடைப்பது பாரிஸ் சாந்து. அச்சுளும், மாதிரிகளும் தயாரிப்பதற்குப் பாரிஸ் சாந்து பயன்படுகிறது. தூள் வடிவில் பாரிஸ் சாந்தை நீருடன் குழம்பாக்கிப் பூசினால் நீற்றுவினை பின்னோக்கி திகழ்ந்து ஜிப்சம் படிவங்கள் ஒன்றோடோன்று பிணைந்த நிலையில் உருவாகின்றன. இத்திண்மத்திற்கு வலிவு கூடுதலாகையால், இறுகிய நிலையில் அது பரிமாண மாற்றம் காண்பதில்லை. இறுகுவதற்குத் தேவைப்படும் நேரம், ஊற்றுவதற்கு ஏற்ற குழம்பாக்குவதற்குத் தேவைப்படும் நீரின் அளவு, இறுதியாகத் தேவைப்படும் கடினத்தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பலவிதமான சாந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாரிஸ் சாந்துத் தயாரிப்பிலும் பின்பு நீரேற்றத்திலும் போதிய கவனம் செலுத்தினால் நன்கு இறுகிய பிளவுறாத சாந்துக் கட்டு கிடைக்கும்.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்



**பாரிஜாதம்**

இது ஒலியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிறு மரமாகும். இதைப் பாரிஜாதம், பவளமல்லி, பவளமல்லிகை, இரவு மல்லிகை, இரவு மலர், பவளக்காய் என்றும் கூறுவர். திட்டாந்தஸ் ஆர்போர் டிரிஸ்டிஸ் (Ncyntanthes arbor tristis) என்பது இதன் தாவரப் பெயராகும்.

நறுமணமுடைய பூக்கள் இரவின் தொடக்கத்திலே மலர்ந்து காலையில் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. பகல் நேரத்தில் மலர்ச்சியின்றிருப்பதாலும் இதன் இலைகள் கரும்பச்சை நிறமாகப் புகை படிந்தது போலக் காணப்படுவதாலும் இவ்வினப்பெயர் இடப்பட்டிருக்கலாம். இது மல்லிகையை ஒத்திருந்த போதிலும் இதன் கனி, உலர் வெடிகனியாகும் (capsule); இந்தியாவில் கோதாவரிக்கு வடக்கே கிழக்குப்



செடி



**பகுதிகள்**

பகுதியிலும், மைய இந்தியாவிலும், வங்காளத்திலும் சீனா முதல் நேப்பாளம் வரையிலும், இமயமலைச்சாரலிலும், அசாமிலும் உள்ள குறுங்காடுகளில் காட்டு மரமாக வளர்கிறது. இதை விதை மூலமும் கிளைகளை நறுக்கி நடடும் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம்.

**மரம்.** இது நன்கு தழைத்து, புதராகவும், குறு, சிறு மரமாகவும் வளரும். இந்தியாவில் இது 9 மீ. உயரம் வளர்வதுண்டு. இதன் கிளைகள் நாற்கோணமுள்ளவை. இலைகள் எதிரொழுங்கில் முட்டை வடிவானவை. இலையடிப்பகுதி இதய வடிவமாயிருக்கும். இலைக்காம்பு சிறியது. இலையோரம் முழுமையாகவோ பல் போன்றோ இருக்கும். கிளைகளின் மீதும் இலைகளின் மீதும் சொர சொரப்பான வெண்ணிறச் சுனை மயிர் இருக்கும். பூங்கொத்து முக்கவட்டு (trichotomous) அல்லது இருகவட்டு முறையில் சில பூக்கள் உள்ள வளரா நுனி சிறு மஞ்சரியாக இருக்கும். பூக்காம்பு இலைகள் வட்டமாகச் சேர்ந்திருக்கும். பூக்காம்பு தெரிவதில்லை. இரவில் மலரும் பூக்கள் சிறியவை. இம்மரம் பூத்திருக்கும்போது மணம் கமழும். புல்லி இதழ்கள் முட்டை அல்லது உருளை வடிவானவை. இவை செம்மையாகப் பிளவுபட்டிருக்கும் அல்லது முதிர்ந்தவுடன் உதிர்ந்திருக்கும். அல்லி இதழ்கள் அடியில் குழாயாகவும் மேலே கிடைமட்டத்தில் அகன்றும் இருக்கும். குழாய் வடிவ அடிப்பகுதி பவளம் அல்லது கிச்சிலி நிறமாகவும் விரிந்துள்ள பகுதி வெண்மையாகவும் இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் இரண்டும் அல்லிக் குழலின் உச்சியில் மிகச் சிறிய மகரந்தக் கம்பிகளின் உதவியால் செருகப்பட்டிருக்கும். இவை அல்லிக் குழலின் உச்சிக்கருகில் இருக்கும். சூல்பையில் இரண்டு அறைகளுண்டு. ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு நேரான சூல் அடித்தளத்தில் அமைந்திருக்கும். உருளையான சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூலகமுடி இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும். கனி வட்டமாகவும், தட்டையாகவும், 1.8 செ.மீ நீளமுள்ளதாகவும் இருக்கும். ஒவ்வொரு சூலறையிலும் நேரான தட்டையான ஒரு விதை இருக்கும். புற உறை மெல்லியது. முளைசூழ்தகை இல்லை. இதன் மரக்கட்டை இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவோ மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமாகவோ இருக்கும்.

**பயன்.** இதனை நறுமணமுடைய பூக்களுக்காக விரும்பி வளர்ப்பதுண்டு. கோவில்களிலும், வீடுகளிலும் இறை வழிபாட்டின்போது இதன் பூக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்மரம் ஆண்டு முழுவதும்

பூக்களைத் தந்த போதிலும் மழைக்காலத்தில் மிகுதியான பூக்களைத் தரும். காம்பிலிருந்து ஒருவிதக் கிச்சிலிச் சாயம் எடுப்பர். சொரசொரப்பான இலையால் மரப்பலகைகளைத் தேய்த்து மெழுகுவர். இலை, பட்டை, வேர், விதை முதலியவை மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. இலை சூலைப்பிடிப்பு, காய்ச்சல் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இலைச் சாறு வாத நோயை நீக்கும். இலையை வெந்நீரிலிட்டு ஊறவைத்து நாஸ்தோறும் இரு வேளை அருந்தி வர முதுகு வலி, காய்ச்சல் குணமாகும். இலைச்சாற்றுடன் உப்பிட்டுச் சிறிது அளவு தேன் கலந்து தரக் குடற்புழுக்கள் வெளிவரும். இலைக் கொழுந்துடன் இஞ்சியைச் சேர்த்து அரைத்து உட்கொள்ள முறைக்காய்ச்சல் தீரும். இதன் பட்டையை வெற்றிலைப் பாக்குடன் சேர்த்து மென்றால் மார்புக்கபம் மெல்ல மெல்லக் கரையும். இதன் பட்டையையும் குலமருது என்னும் வெள்ளை மருதுப் (*Terminalia arjuna*) பட்டையையும் நன்கு அரைத்துப் பசையாக்கி உடல் மீது தடவ உள்காயங்கள் குணமாகும். இது உடலினுள் முறிந்த எலும்புகளை நன்கு இணைக்கக்கூடியது. விதையைப் பொடித்து எண்ணெயில் குழைத்துத் தடவினால் தலையில் உண்டாகும் சொறி, சிரங்கு, குமைச்சல் குணமாகும். வேரை அரைத்துப் பாலில் கலக்கித் தர மேகம் நீங்கும். இதன் பூவும் இளஞ்காய்களும் இருமல் நோயைப் போக்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பாரெட் உணவுக்குழல்

உணவுக்குழலின் கீழ்ப்பகுதியில் சில போது காணப்படும் இரைப்பையின் சிலேட்டுமம், பாரெட்டின் உணவுக்குழல் (*Barret oesophagus*) எனப்படும். அதை, உண்மையான வேற்றிட இரைப்பைச் சிலேட்டுமம் எனவும் கொள்ளலாம். அல்லது முன்னரே இருந்த புண்ணின் விளைவாக உருவாகும் புற்று நோயின் வகையாகவும் கருதலாம். இத்தகைய சிலேட்டுமத்தில் காணப்படும் புண்கள் பல்வேறு அறிகுறிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. உதரவிதானத்தின் வழியான குடல் ஏறுகின்ற பிதுக்கமும் காணப்படலாம். உணவுக் குழலின் மைய, மேற் பகுதிகளில் விட்டு விட்டு இத்தகைய சிலேட்டுமம் அமைந்திருக்கும். வலி, நெஞ்சுக்கரிப்பு, எதிர்க்கரிப்பு, விழுங்கும்போது வலி, மலத்தில் குருதி, ஏப்பம், சோகை நோய் போன்றவை காணப்படும்.





### பாரைட் உணவுக்குழல் (Barret oesophagus)

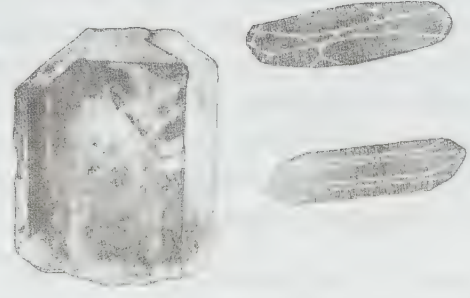
உணவுக் குழல் உள்நோக்கிக் கொண்டு ஆய்ந்தால், உணவுக்குழல் கீழ்ப் பகுதிச் சிலேட்டுமம் பளபளப்பாக வெல்வெட் போன்று இருக்கும். அழற்சியடைந்த பகுதியில் வெண்ணிறமும் புண்களும் காணப்படலாம். இந்நோய் நிலையில் உணவுக்குழல் நாளடைவில் குறுகிவிடுகிறது. மேலேறு பிதுக்கத்திற்கு மருத்துவம் அளித்தால் நிலைமை சீரடையும். இதற்குச் சிமெட்டெடின் எதிர்ப்பொருள் பயனளிக்கிறது. சிலபோது, உணவுக்குழல் விரிவாக்கிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். R.D.Anderson, *Motor Disorder of Oesophagus*, Williams and Wilkins Edition, Baltimore, 1976.

### பாரைட்

இது பேரியம் சல்ஃபேட்டை ( $BaSO_4$ ) உட்கூறாகக் கொண்ட கனிமமாகும். பாரைட் (barite) கனிமத்தைக் கனமான படிக்கல் (heavy spar) என்றும் குறிப்பிடுவர். 'எடையுள்ள' எனப் பொருள்படும் பேராஸ் (baros) எனும் கிரேக்கச்



பாரைட் படிக்கல்

சொல்லிலிருந்து இப்பெயர் வந்தது.

இக்கனிமம் செஞ்சாய் சதுரத் தொகுதியில் படிக்கமாக்கப்பட்டது. இதன் மூன்று அச்சுகளும் வெவ்வேறு அளவிலும் நேர் கோணத்திலும் சந்திக்கின்றன. இம்மூன்று அச்சுகளின் விகிதம்  $a:b:c = 0.8152:1:1.3136$  ஆகும். இப்படிக்கங்கள் திரண்ட துகள் அமைப்பிலும் பலகை அமைப்பிலும் உருண்டையாக இருக்கும். இது பளிங்கு மிளிர்வுடையது. அரிதாக முத்து மிளிர்வுடன் காணப்படும். இப்படிக்கம் வெண்மையான கீற்றுத்துகள் அமைப்பைக் கொண்டது. இதன் கடினத் தன்மை மோசின் அளவுத் திட்டத்தில் 3- 3.5 ஆகும். அதன் ஒப்படர்த்தி 4.5. இது பொதுவாக வெண்ணிறத்தில் காணப்படும். சில சிவப்பு, நீலம், சாம்பல் நிறம், பழுப்பு நிறங்களிலும், அதனுள் கலந்துள்ள மாசுகளால் பிற நிறங்களிலும் அமையும்.

இக்கனிமம் ஒளியியலாக நேர்மறை ஒளியியல்பைக் கொண்டது. ஒளியியல் அச்ச  $b$  (010)  $Z$   $a$  (100) ஒளியியல் அச்சக்கோணம்  $2v = 37^\circ 30'$ . இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள்  $\alpha = 1.636$ ,  $\beta = 1.637$ ,  $\gamma = 1.648$ .

இக்கனிமத்தின் முதன்மைப் பண்பு மிகுந்த அடர்த்தியைக் கொண்டதாகும். இதன் அடர்த்தியையும் பிளவையும் கொண்டு இதை வேறுபடுத்த முடியும். இக்கனிமம் Pb, Cu, Fe, Zn, Ag, Ni, Co, Mn ஆகிய தாதுக்களுடன் சேர்ந்து காணப்படும். இக்கனிமத்தில் பேரியம் 67% காணப்படும். இக்கனிமம் நரம்புகளாகவும் படிக்கமாகவும் இருக்கும்.



பாரைட் கனிமம் சர்க்கரைப் பதப்படுத்துதல், வண்ணப்பூச்சுச் செய்யும் தொழிலில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. கண்ணாடி, ரப்பர், காகிதம், கிராமோபோன் இசைத்தட்டு, நெகிழி போன்றவற்றின் உற்பத்தியிலும் இடம் பெறுகிறது. இது தூய நிலையில் தொழிலகச் செயல்பாட்டிலும், பேரியம் தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகிறது. சேறு, வண்ணம், வார்னிஷ் தயாரிப்பிலும், தொழிலகங்களில் துளையிட உதவும் கருவிகளிலும், சுவரொட்டி, எண்ணெய்த்துணி, லினோலியம் (linoleum) உற்பத்தியில் நிரப்பியாகவும் (filler) துணைபுரிகிறது. பேரியம் உப்பு, பூச்சிகொல்லி மற்றும் மருத்துவத்துறையிலும் இடம்பெறும்.

க. சித்திரா தேவி

## பால்

பால் ஓர் உயரிய சரிவிகித உணவாகும். பிறந்த குழந்தை முதல் வயது முதிர்ந்தோர் வரை பலரும் பாலைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பாலில் தாவரப் புரதமும் விலங்குப் புரதமும் உள்ளன. ஆகவே ஊன் உணவு உண்ணாதவர்களுக்குத் தேவைப்படும் விலங்குப் புரதம் அவர்கள் உண்ணும் பால் மூலமே கிடைக்கிறது. மேலும், மாவுச்சத்து, கொழுப்புச்சத்து, தாதுப்பொருள், உயிர்ச்சத்து யாவும் இதில் உள்ளன. பாலினின்று பல்வகையான இன்கவை கொண்ட துணைப் பொருள்களான வெண்ணெய், பால்கோவா, தயிர், கேசின், இறுகிய பால், பால் பொடி முதலியன தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பால் கொடுக்கும் மாட்டின் வயது, அதன் தரம், அதற்குக் கொடுக்கப்படும் உணவு விகிதம், அதன் உடல் நலம், பராமரிப்பு, மருத்துவ வசதி, பால் கறக்கப்படும் காலம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் பாலில் அடங்கியுள்ள சத்துகளின் அளவும் அதன் தன்மையும் ஓரளவு மாறுபடுகின்றன. பொதுவாகப் பாலில் நீர் 87.3%, சர்க்கரை 5%, கொழுப்பு 3.8%, புரதம் 2.5% அல்புமின் குளோபுலின் 0.7% தாதுப்பொருள் 0.7% எனும் அளவில் கலந்து காணப்படும். மேலும் வைட்டமின் A, B, B<sub>2</sub>, C, D ஆகியவையும் உள்ளன. அரை லிட்டர் பாலில் 283 கிராம் இறைச்சி, 228 கிராம் மீன், 125 கிராம் முட்டை, 897 கிராம் காய்கறிகளில் உள்ள சத்து அடங்கியுள்ளது என்று ஆய்வுகள் மூலம் தெரியவந்துள்ளது.

100 மி.லி. பாலில் வைட்டமின் - 0.08 கிராம், B காம்ப்ளெக்ஸ் 2.4 கி. உள்ளன. இதில் B<sub>1</sub>-0.02 கி, வைட்டமின் B<sub>2</sub>- 1.9 கி. அடங்கியுள்ளன. இவை தொற்று நோய் பற்றாமல் தடுத்து வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன. வைட்டமின் B<sub>1</sub>

நரம்புத் தொடர்பான நோய்கள் வராது தடுக்கிறது. வைட்டமின் B<sub>2</sub> குருதிச் சிவப்பு அணுக்கள் பெருக உதவுகிறது.

பாலில் உள்ள சர்க்கரை தனிவகைப்பட்டது. இதை லாக்டோஸ் என்பர். பாலைத் தவிர் வேறு எந்தப் பொருளிலும் லாக்டோஸ் கிடையாது. கால்க்டோஸ், குளுக்கோஸ் என்னும் இரண்டு வகைச் சர்க்கரைகள் சேர்ந்து லாக்டோஸ் ஆகியுள்ளது. பால் அதிக இனிப்பாக இராமைக்குக் காரணம் அதில் லாக்டோஸ் அடங்கி இருப்பதேயாகும். லாக்டோசைக் கண்ணுக்குத் தெரியாத காற்றில் உள்ள பாக்டீரியாக்கள் சிதைத்துவிடும். இச்சிதைவின் மூலம் பாலில் லாக்டிக் அமிலம் உற்பத்தியாகிறது. பாலில் உள்ள லாக்டிக் அமிலத்தினால் பால் புளித்துப் போய்விடுகிறது. பாலில் அடங்கியுள்ள லாக்டோசே லாக்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. லாக்டோசை லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றும் பாக்டீரியாக்களை லாக்டோபெசில்லஸ் என்பர். இவை நன்மை செய்யும் பாக்டீரியாவாகும். மோரில் உள்ள இந்தப் பாக்டீரியாக்கள் காரணமாகவே மோர் நன்மை செய்கிறது. பால், மோர், தயிரில் வேறு தீய நுண்ணுயிரிகள் புகுந்துவிடாது கூடுமானவரை இந்த லாக்டோ பெசில்லஸ்கள் தடுக்கின்றன. பாலில் கரோட்டினாய்டு என்னும் நிறமி அடங்கியுள்ளது. அதன் காரணமாகப் பால் இள மஞ்சள் நிறம் பெற்றுள்ளது. லாக்டோகுரோம் என்றும் மற்றொரு நிறமியினால் வெண்மை நிறம் பெற்றுள்ளது.

பாலில் கலந்துள்ள நீரின் அளவிற்கேற்ப அது நீர்த்திருக்கும். நீர்த்த பால் எளிதில் செரிமானமாகும். நீர் அளவு குறைந்த பால் கெட்டியாக இருக்கும். செரிமானமானதும் சற்றுக் கடினமாகும். தாய்ப் பாலும் பசும்பாலும் ஏறத்தாழ ஒத்திருப்பதால் தாய்ப்பால் இராத குழந்தைகளுக்கு நீர் கலந்த பசும்பாலை உணவாகக் கொடுப்பர்.

பசும்பாலைவிட வெள்ளாட்டின் பாலில் கொழுப்பும், கால்சியமும், புரதமும் மிகுதி. கொழுப்புக் குமிழி, சிறியதாக இருப்பதால் எளிதில் ஆட்டுப்பால் செரிக்கப்படுகிறது. பால்களில் மிகவும் இனிப்பானது யானைப்பால். கன்று ஈன்றவுடன், முதலில் வரும் சீம்பாலில் கன்றுக்குத் தேவையான நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் கொடுக்கக்கூடிய பீட்டாகுளோபுலின் கூடுதலாக இருக்கும். கால்சியம், பாஸ்பரஸ், வைட்டமின் A, D, E புரதம் முதலியவை சாதாரணமாகப் பாலில் உள்ளதை விடக் கூடுதலாக இருக்கும். எனவே இயற்கையாகக் கிடைக்கக்கூடிய நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் உள்ள சீம்பால் பிறந்த கன்றுக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது.

வெ. நித்தியானந்தன்

## பால் அறுதியிடல்

ஓர் உயிரியின் பால், மரபுவழி, கருவுறுதல் ஆகிய நிலைகள் குரோமோசோம்களின் அமைப்பால் உருவாக்கப்படுதலே பால் அறுதியிடலாகும். இவ்வமைப்பு உயிரியின் செல் சார்பு வளர்சிதை மாற்றங்களை முறைப்படுத்துவதுடன் உயிரியின் இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளையும், புற இனப்பெருக்க உறுப்புகளையும் தோற்றுவிப்பதற்கான ஹார்மோன்களைச் சுரக்கச் செய்து உடல் வளர்ச்சியையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. உயிரிகள், ஆண், பெண் எடையில் வேறுபாட்டைகின்றன. எனவே, உயிரி வாழ்க்கையைத் தொடங்கும்போதே அதனுடைய பால் மரபமைப்பு அறுதியிடப்பட்டு விடுகிறது. இருப்பினும், பால் தோற்றுவித்த அமைப்பாக வெளிப்படுவது, சூழ்நிலையின் பல வகையான அளவான செயல்பாட்டைப் பொறுத்தது.

**பால் குரோமோசோம் கண்டுபிடிப்பு.** இரட்டைமயச் செயல்களில் அமைப்பொத்த இணைகளான குரோமோசோம்கள் உள்ளன. செல்குன்றல் பகுப்பின்போது உருவாகின்ற இனச்செல்கள் குரோமோசோம்களைச் சம அளவில் பெறுகின்றன இந்த அடிப்படைக் கருத்தைக் கொண்டே குரோமோசோம் அடிப்படைப் பால் அறுதியிடும் கோட்பாடு உருவானது.

சில பூச்சிகளில் ஆண், ஒற்றைப்படைக் குரோமோசோம்களையும், பெண், இரட்டைப்படைக் குரோமோசோம்களையும் பெற்றிருப்பது கண்டறியப்பட்டது. இந்த அடிப்படையில் ஆண்பால் ஒவ்வாப் பாலணு இணைந்த தன்மை உடையது எனவும், பெண்பால் ஒத்த பாலணு இணைந்த தன்மை கொண்டது எனவும் விளக்கப்பட்டன.

ஹெச். ஹென்கிங் என்பார் பூச்சிகளின் விந்துச் செல் ஆக்கத்தில் நியூக்ளியசில் கண்டறிந்தவற்றை X உறுப்பு எனக் குறிப்பிட்டார். இந்த X உறுப்புகள் பின்னர் பால் குரோமோசோம்கள் அல்லது X குரோமோசோம்கள் எனக் குறிக்கப்பட்டன. செல்லியல் வல்லுநரான ஈ. பி. வில்சன் லைகியஸ் டர்சிகஸ் என்போர் பூச்சிகளில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு மற்றொரு வகையான குரோமோசோம் அமைப்புக் காணப்படுவதைக் கண்டறிந்தனர். X குரோமோசோமுக்கு இணையாக இருந்த மற்றொரு X குரோமோசோம் அளவில் சிறியதாக இருந்தது. இதுவே Y குரோமோசோம் எனப்பட்டது. தொடர்ந்து சி. பி. பிரிட்ஜஸ், கோல்ட்ஸ்மித், பி. டபிள்யூ. வொய்டிங் ஆகியோரால் செய்யப்பட்ட வியக்கத்தக்க ஆய்வுகள் பால் அறுதியிடல் குறித்துப் பல விளக்கங்களைக் கொடுத்தன.

## உயிரினங்களில் பால் அறுதியிடு முறைகள்

**பாக்டீரியாக்களில் பால் அறுதியிடல்.** பாக்டீரியாக்களில், சிறிய DNA இரட்டை வளையம் (DNA duplex ring) பால் பொருளாகச் செயல்படுகிறது. பால் பொருள்களைக் கொண்ட பாக்டீரியா படலப்பரப்பு முழுதுமாகப் புரோட்டோபிளாச நீட்சிகளைப் (pili) பெற்றுள்ளது. இவற்றைக் கொண்ட பாக்டீரியா, மரபுக் கொடையாளி அல்லது ஆண் அல்லது (+) பால் வகை எனப்படுகிறது. பால் பொருள்கள் அற்ற பாக்டீரியா, மரபு ஏற்பிகள் (recipient genetics) அல்லது பெண் அல்லது (-) பால் வகை எனப்படுகிறது.

இவ்விரு பாக்டீரியாக்களும் தொடர்பு கொண்டால் ஆண் பாக்டீரியாவின் நீட்சி, இணைவுக்குழாயாக மாற்றமடைந்து இரு செல்களுடைய புரோட்டோபிளாசத்தைத் தொடர்பு படுத்துகிறது. இணைவு இனப்பெருக்கத்தின்போது ஆண் செல்லிலுள்ள சிறிய குரோமோசோம் முறிவுற்று, சுருள் நீக்கமடைந்து இணைவுக் குழாய் வழியாகப் பெண் செல்லுக்குச் செல்கிறது. இரண்டு இணைவிகளிலும் (conjugants) இணை நிறைவு குரோமோசோம் (complementary) வளையம் தோற்றுவிக்கப்பட, இரண்டும் ஆண் செல்களாகின்றன. இவ்வாறாகப் புரோகேரியோட்டுகளில் (prokariotes) ஆண் பாலுக்குரிய பால் பொருள்கள் மற்றச் செல்களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. பாக்டீரியாவில் பிளாஸ்மிடுகளும், எபிசோம்களும் பால் பொருள்களாகச் செயல்படுகின்றன.

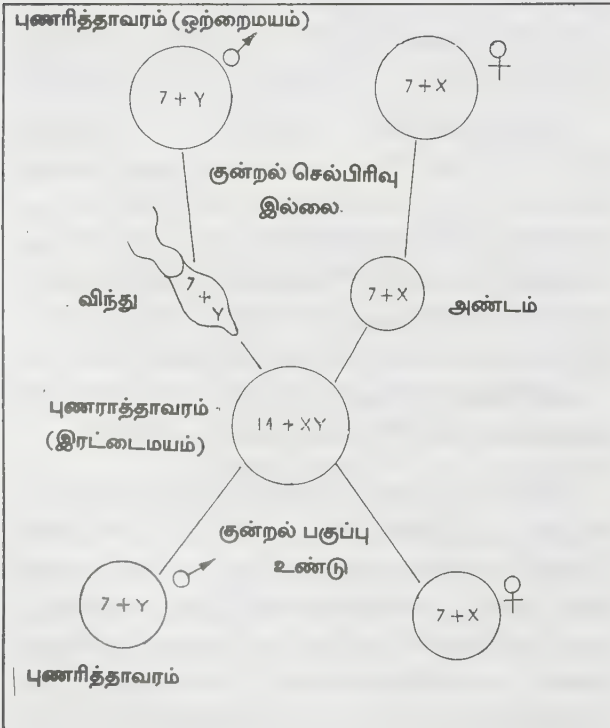
**தாவரங்களில் பால் நிர்ணயம்.** கிளாமிடோமோனாசில் இனக்கலப்பு மேற்கொள்ளும் இனங்கள் (+)(-) ஆகிய அல்லீல்கள் கொண்ட ஓர் இரட்டை நியூக்ளியஸ் ஜீன்களால் அறுதியிடப்படுகின்றன. + அல்லது - அல்லீல்களில் எதையாவது ஒன்றைப் பெற்று இருவேறு உயிரிகளுக்கு இடையே இனக்கலப்பு ஏற்படுகிறது. ஈஸ்ட்களிலும், மூன்றாம் குரோமோசோமின் 2<sup>o</sup> அல்லீல்கள் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றைப் பெற்ற இனங்களுக்கு இடையே இனக்கலப்பு ஏற்படுகிறது.

**இருபால் தாவரங்களில் பால் அறுதியிடல்.** இருபால் தாவரங்களில் இனப்பெருக்கத்தைப் பொறுத்தவரை ஒருவகை உயிர்களே உள்ளன. எனவே, இங்கு ஜீன் முறையினாலான பால் அறுதியிடல் தேவைப்படவில்லை. பல மேல்நிலைத் தாவரங்களில், பால் நிர்ணயம், மலர்களிலுள்ள ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கு மட்டுமே வரையறையுடையதாகும். இத்தாவரங்கள் இலை, வேர், பட்டை ஆகியவற்றிற்கான



ஜீன்கள், தேவைப்படும் காலத்திற்கும், உருவாகும் இடத்திற்கும் ஏற்பச் செயல்படுவதை போன்று, மகரந்தத்தாள் சூழ்தண்டு ஆகியவற்றிற்கான ஜீன்களும் தேவைப்படும் காலத்திற்கும், உருவாகும் இடத்திற்கும் ஏற்பச் செயல்படுகின்றன. ஹைட்ரா, கடற்பஞ்சு போன்ற இருபால் உடல் விலங்குகளிலும், மேற்காணுமாறு பால் அறுதியிடல் நடைபெறுகிறது. மண்புழுக்களில் இனப்பெருக்கத் திசுக்கள் தொடக்கக் கருநிலையிலேயே உருவாகின்றன. இவை உடலில் ஏனைய பகுதிகள் உருவாக்கப்படுகின்ற அதே முறையில் உருவாகின்றன.

ஒரு பால் தாவரங்களில் பால் அறுதியிடல். பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் இருபாலிகளாக இருந்தபோதிலும் ஒரு சில ஒரு பாலிகளாக, ஏதாவது ஒரு பாலை மட்டுமே பெற்று உள்ளன. எனவே பாலை அறுதியிடும் அமைப்புத் தேவைப்படுகிறது. இவை XY வகைப் பால் அறுதியிடு முறையைப் பெற்றுள்ளன. வேறு சிலவற்றில் XO மற்றும் ZW வகைப் பால் அறுதியிடு முறைகளும் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்களில் ஆண் பால் வரையறுக்கும் காரணிகள் குரோமோசோம்களில் உள்ளமை கண்டறியப்பட்டுள்ளது.



ஸ்பீரோகார்பஸ் - பால் அறுதியிடல்

மெலாண்டிரியம் ஆல்பம் (*Melandrium album*) தாவரத்தில் ஆண் தன்மை Y குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜீன்களால் வரையறுக்கப்படுகிறது. ஸ்பீரோகார்பஸ் (*Sphaerocarps*) மூலிகைச் செடிகளில் பெண் தாவரங்கள் X குரோமோசோம்களாலும் ஆண் தாவரங்கள் Y குரோமோசோம்களாலும் பால் அறுதியிடப்படுகின்றன.

தண்ணீர் விட்டான் கொடியில் பால் அறுதியிடல். அஸ்பாராகசில் (*asparagus*) பால் அறுதியிடல் குறித்து விரிவான ஆய்வுகளைச் செய்துள்ளார். இங்கு ஓர் இரட்டை ஜீன்களால் ஆண் தன்மை ஒங்கு பண்பாக வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு பால் தாவரங்களில் ஆண் மலர்கள் ஆண் தாவரங்களிலும் பெண் மலர்கள் பெண் தாவரங்களிலும் உள்ளன. சில வேளைகளில் மகரந்தத்தாள்களைக் கொண்ட மலர்களில் சூல்தண்டும்; சூல்தண்டு கொண்ட மலர்களில் மகரந்தத்தாள்களும் இருப்பதுண்டு. ஆனால் மகரந்தத்தாள்கள் கொண்ட மலர்களில் சூல்தண்டு மிகவும் அரிதாகவே விதைகளைப் பெறுகிறது. மரபு மற்றும் சூல் நிலைக்காரணிகளால் அரிதாக இங்கு விதைகள் ஏற்படுவதும் உண்டு. ரிக், ஹன்னா ஆகியோர் தண்ணீர்விட்டான் செடியில் ஆண் தன்மை ஒங்கு பண்பாகச் செயல்படுவதை ஆய்வுகளால் விளக்கியுள்ளனர்.

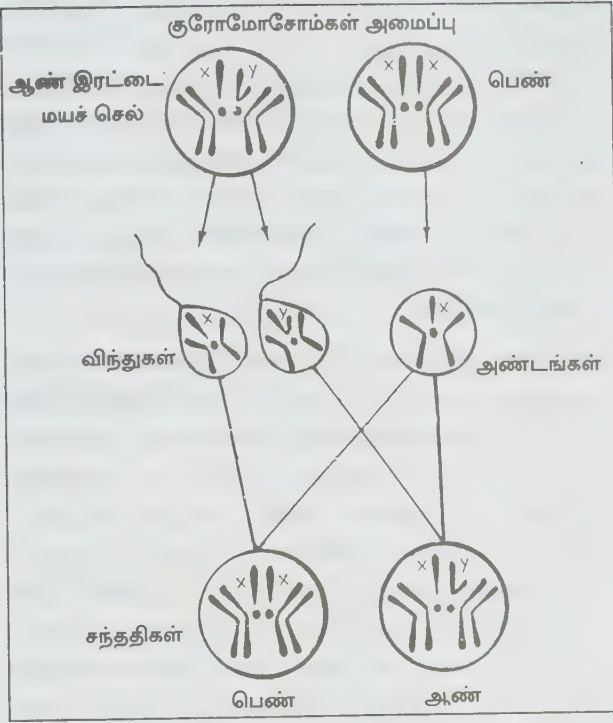
மக்காச்சோளம். இது ஓர் இருபாலியாகும். இதன் ஆண் பூக்கள் செடியின் நுனியில் வளர்கின்றன. பெண் பூக்களான கதிர்கள் பக்கங்களில் வளர்கின்றன. இவ்விரு பகுதிகளிலும் உள்ள செல்கள் ஆண், பெண் ஆகிய இரு வகைப் பூக்களையும் உருவாக்கும் திறன் பெற்றுள்ளன. ஒரு பால் தாவரங்களுக்கும் இரு பால் தாவரங்களுக்கும் இடையே பால் அறுதியிடு அமைப்பில் மிகச் சிறிய வேறுபாடு மட்டுமே காணப்படுகிறது என ஆய்வுகள் விளக்குகின்றன.

விலங்குகளில் பால் அறுதியிடல். ஒரு பால் விலங்குகளில் பால் அறுதியிடல் குரோமோசோம்கள் வழி நடைபெறுகிறது. இதில் பல வகைகள் உண்டு.

XY வகைப் பால் அறுதியிடல் XY வகைப் பால் நிர்ணயம் பெரும்பாலான விலங்குகளில் காணப்படும் பொதுவான முறையாகும். ஓர் உயிரியில் உள்ள குரோமோசோம்களை உடல் குரோமோசோம்கள் எனவும் (*autosomes*), பால் குரோமோசோம்கள் எனவும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகப் பெண் பழ ஈயின் இரட்டைப்படைச் செல்லில் எட்டுக் குரோமோசோம்கள் உள்ளன.

இவற்றில் 3 அமைப்பொத்த இரட்டைகளாக இருக்க நான்காவதில் இரட்டை XX குரோமோசோம்கள் உள்ளன.





படம் 2. ட்ரோசோபிலா பால் அறுதியிடல்

இவற்றின் மரபமைப்பு  $6+XX$  ஆகும். ஆண் பழ ஈயில் 3 அமைப்பொத்த இரட்டைகளும் நீண்ட குச்சி போன்ற X குரோமோசோமும், கொக்கி போன்ற முனை கொண்ட Y குரோமோசோமும் உள்ளன. இதன் மரபு அமைப்பு  $6+XY$  ஆகும்.

ஆண் X குரோமோசோம் கொண்ட விந்தையும், Y குரோமோசோம் கொண்ட விந்தையும் சம அளவில் உருவாக்குகின்றன. பெண் X குரோமோசோம் கொண்ட அண்டங்களை உருவாக்குகிறது. Y குரோமோசோம் விந்து X குரோமோசோம் கொண்ட அண்டங்களை உருவாக்குகிறது. Y குரோமோசோம் விந்து X குரோமோசோம் அண்டங்களைக் கருவுறச் செய்தால் பெண் சந்ததிகள் தோன்றும். X விந்துக்கள் X அண்டங்களைக் கருவுறச் செய்தால் ஆண் சந்ததிகள் தோன்றும்.

பழ ஈயில் பால் அறுதியிடல். இதற்கு Y குரோமோசோம் தேவைப்படவில்லை. ஆனால் ஆண் ஈ உயிரியை இனப்பெருக்கத்தின் உடையதாகச் செய்வதற்கு Y குரோமோசோம் தேவைப்படுகிறது. ஒரு X குரோமோசோமை மட்டுமே பெற்ற உயிரி ஆணாகப் பால் அறுதியிடப்படுகிறது.

பழ ஈயில் XO, XY, XYY மரபமைப்புகள் கொண்டவை ஆண்களாகவும், X, XXY, XYY மரபமைப்புகள் கொண்டவை பெண்களாகவும் இருக்கின்றன. எனவே இங்குப் பால் அ.க.15-11

அமைப்பு, உடல் குரோமோசோம் தொகுதி (autosomal set), X குரோமோசோம் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள விகிதத்தின் அடிப்படையில் அறுதியிடப்படும் எனத் தெரிகிறது. ஓர் ஒற்றை உடல் குரோமோசோம் தொகுதிக்கும், X குரோமோசோமும் உள்ள விகிதம் 0.5 ஆக இருக்குமானால் அம்மரபமைப்பு ஆண் ஆகும். விகிதம் 1 ஆக இருக்குமானால் அம்மரபமைப்பு பெண்ணாகும்.

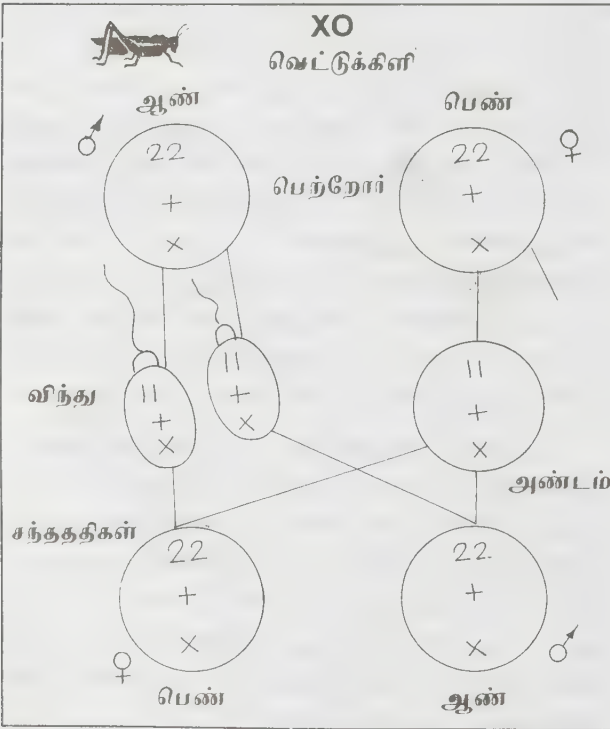
இவ்வாறாக, குரோமோசோம்கள் சமன்பாட்டு அடிப்படையில் பால் அறுதியிடும் விளக்கம் கீழ்க்காணும் இரண்டு கருத்துக்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. அவை 0.5 அல்லது 1 விகிதம் அற்ற விகிதம் கொண்டவை இயல்பற்ற பால்கள், உடல் குரோமோசோம்களின் ஜீன்களும் பால் அமைப்பைப் பாதிக்கின்றன என்பன. ட்ரோசோபிலாவில் காணப்படும் மூலகையான இயல்பற்ற பாலிகள் மேற்காணும் இக்கருத்துக்களை உறுதிப்படுத்துகின்றன. இவற்றில் ஒன்றான இடைப்பாலிகள் 2-3 விகிதம் கொண்டவை. ஆணுக்கும் பெண்ணுக்கும் இடைப்பட்ட அமைப்புடையவை. மற்றவை இரண்டும், மிகுபாலிகளாம் (super sexes).  $1/3$  விகிதம் கொண்டது, மலட்டு மிகு ஆண் (sterile - super male). ஏனைய  $3/2$  விகிதம் உடையது மலட்டு மிகு பெண் (sterile - super female). இவ்விரு மிகு பால் உயிரிகளில் ஆண் பண்புகளும், பெண் பண்புகளும் இயல்பான ஆண், பெண்களை விட மிகவும் கூடுதலாகக் காணப்படுகின்றன. இம்மூன்று இயல்பற்ற பால் வகைகளும் பொருத்தமான விகிதங்களையே பெற்றுள்ளன. ஓர் உடல் குரோமோசோம் தொகுதியை மிகுதியாகப் பெறின் விகிதம்  $1/2$  யிலிருந்து  $1/3$  ஆக குறைக்கப்பட்டுப் பால் வகை மாற்றமடைகிறது. உடல் குரோமோசோம்கள் பால் வகையைப் பாதிக்கின்றன என்பதற்கு இதுவே சான்றாக அமையும்.

பழ ஈயின் பால் அமைப்பு, பல ஜீன்களுக்கு இடையே நடைபெறும் செயல்பாட்டின் விளைவால் ஏற்படும் அளவு சார்ந்த (quantitative) பண்பாடும், இந்த ஜீன்கள் உள்ள இரண்டு தொகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. ஒரு தொகுதி ஜீன்கள் உடல் குரோமோசோம்களில் உள்ளன. இவை ஆண்பால் தன்மையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மற்றொரு தொகுதி ஜீன்கள் X குரோமோசோம்களில் உள்ளன. இவை பெண் பால் தன்மையைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

பழ ஈயின் பால் பல்வடிவத் தோற்றம். பூச்சிகளில் உறார் மோன்கள் பால் சார்புத் தோற்றுவிழி அமைப்புகளை உண்டாக்குவதில் ஓரளவே பங்கு கொள்கின்றன. எனவே உடல் பகுதிகள் அவை பெற்றிருக்கின்ற மரபமைப்புகளுக்கு ஏற்ப வளர்ச்சியடைகின்றன. ட்ரோசோபிலா கருவளர்ச்சியில்

இரண்டு கருக்கோளச் செல்கள் நிலையில் ஒரு கருக்கோளச் செல்லின் மரபமைப்பு XO எனவும் மற்றதன் மரபமைப்பு XX எனவும் இருப்பதுண்டு. XY மரபமைப்பு உடைய கருக்கோளச் செல்லிலிருந்து வளர்ச்சியடைந்த உடற்பகுதி தோற்றுவழி ஆண் பண்புகளைப் பெறுகிறது. XX மரபமைப்பு உடைய கருக்கோளச் செல்லிலிருந்து வளர்ச்சியடைந்த உடற்பகுதி தோற்றுவழிப் பெண் பண்புகளைப் பெறுகிறது. இவ்வாறாகப் பல்வடிவப்பால் (sex mosaics) தோற்றம் ஏற்படுகிறது.

XO வகைப் பால் அறுதியிடல். வெட்டுக்கிளி இன ஆர்த்தாப்டிரா (orthoptera), மூட்டைப்பூச்சி இன டெரட்டிராப்டிரா (heteroptera) பூச்சிகளில் பால் XO வகையில் ஏற்படுகிறது. இங்கு Y குரோமோசோம் இல்லை. பெண் XX குரோமோசோம் மரபமைப்பும், ஆண் X குரோமோசோம் மரபமைப்பும் உடையன. ஆண்கள் தோற்றுவிக்கும் இரு வகை விந்தில் X குரோமோசோம் விந்து கருவுறச் செய்யும் அண்டங்கள் பெண்களாகவும் X குரோமோசோம் அற்ற விந்து கருவுறச் செய்யும் அண்டங்கள் ஆண்களாகவும் பால் நிலை அறுதியிடப்படுகிறது.



படம் 3.

இலைப்பேனில் (aphid) பால் அறுதியிடல். இலைப்பேனில் XO வகைப் பால் அறுதியிடல் சிறிது

வேறுபாடான முறையில் நடைபெறுகிறது. பெண்கள் இளவேனிற் காலத்தில் கன்னி இனப்பெருக்க முறையில் (parthenogenesis) கருவுறாத முட்டைகளை இடுகின்றன. இவை பெண்களாக வளர்ச்சி அடைகின்றன. இலையுதிர் காலத்தில் இடப்படும் முட்டைகளிலிருந்து ஆண்களும், பெண்களும் உருவாகின்றன. இவை புணர்ந்து இடும் முட்டைகளில் உயிரிகள் குளிர்காலம் முடியும் வரை வளர்ச்சியுறாமல் இருந்து, இளவேனிற் காலத்தில் பெண்களாக வெளிவருகின்றன.

போவெரி, மார்கன் ஆகியோர் இலைப்பேன்களின் இந்தத் தனித்தன்மையான பால் அறுதியிடல் முறையைச் சிறப்பாக ஆய்வு செய்து விளக்கியுள்ளனர். குளிர் கால முட்டைகளில் 6 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இம்முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் பெண்கள் இடும் முட்டைகளிலும் 6 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றில் அண்டச் செல்லாக்கத்தின்போது (oogenesis) குன்றல் பிரிவு நடைபெறாமல் மறைமுகப் (mitotic) பிரிவே நடைபெறுகிறது. ஆனால் இலையுதிர் காலத்தில் அண்டச் செல்களாக்கத்தின் போது மறைமுகப் பிரிவின் மெடாஃபேஸ் (metaphase) நிலையில் ஒரு X குரோமோசோம் மையத்தட்டிலேயே தங்கி விடுகிறது. உருவாகின்ற சேய் உட்கருக்களில் இரண்டு X குரோமோசோம்களுடன் 6 குரோமோசோம்களைப் பெற்றவை பெண்களாக வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஒரு X குரோமோசோமுடன் 5 குரோமோசோம்களைப் பெற்றவை ஆண்களாக வளர்ச்சி அடைகின்றன. பெண்களில் இயல்பான அண்டச் செல்லாக்கம் நடைபெற்று 3 குரோமோசோம்களைக் கொண்ட முட்டைகள் உருவாகின்றன. ஆண்களில் விந்துச் செயலாக்கம் முறையாகவே நடைபெறுகிறது. ஆனால் ஒரு X குரோமோசோமும் பெறாத விந்து அழிந்துவிடுகிறது. ஒன்றன் தொகுதி (haploid) குரோமோசோம் கொண்ட அண்டமும் விந்துவும் கருவுற்றுப் பெண்களாகின்றன.

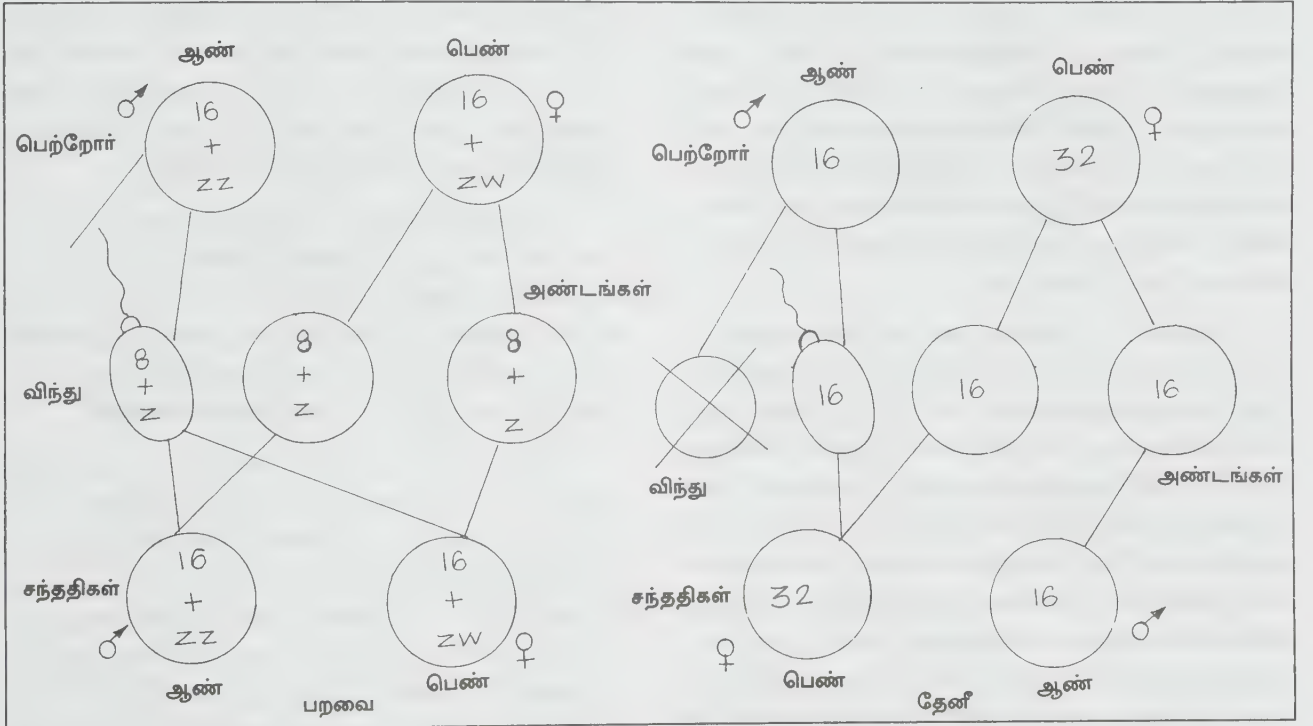
ZW வகைப் பால் அறுதியிடல். ZW வகைப்பால் அறுதியிடல், XY முறைக்கு நேர் எதிரானதாகும். ZZ மரபமைப்பு ஆண் பாலையும் ZW மரபமைப்பு பெண் பாலையும் வரையறுக்கின்றன. ஆண் பாலை அறுதியிடும் ஜீன்கள் Z குரோமோசோமில் உள்ளன. இத்தகைய பால் அறுதியிடல் முறை வண்ணத்துப் பூச்சி, அந்துப் பூச்சி, சிலவகை மீன், பறவை ஆகியவற்றில் காணப்படுகிறது. ZZ குரோமோசோம்களை ஒத்த பாலணு இணைந்த தன்மையில் ஆண்களையும், ZW குரோமோசோம்களை ஒவ்வாப் பாலணு இணைந்த தன்மையில் பெண்களையும் பெற்றுள்ளன. விந்து Z மட்டும் பெற்றது. அண்டத்தில் Z குரோமோசோம் பெற்ற ஒரு

வகையும் , குரோமோசோம் பெற்ற மற்றொரு வகையும் உருவாகின்றன.

ஹைமெனாப்டிராவில் பால் அறுதியிடல். தேனீ, எறும்பு, குளவி ஆகிய ஹைமெனாப்டிரா பூச்சிகளில் கருவுறாத ஒற்றைமய முட்டைகள் ஆண்களாகவும் கருவுற்ற இரட்டைமய முட்டைகள் பெண்களாகவும் வளர்ச்சியடைகின்றன. ஒற்றைமய ஆண்கள் ஒற்றைமய விந்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆண், பெண் இனச் செல்கள் , குரோமோசோம் சேர்மத்தில் ஒரே தன்மையானவை. தேனீயில் இரட்டைமயக் கருக்கள் அது பெறும் உணவின் அடிப்படையில் அரசி ஈயாகவோ, மலட்டுப் பணி ஈயாகவோ வளர்ச்சியடையும்.

பெண்கள் இந்த அல்லீல்களை ஒவ்வாப் பாலணு இணைந்த தன்மையில் (heterozygous) இனப்பெருக்கத்தின் பெற்றவை. இங்குப் பால் அறுதியிடல் குறிப்பிட்ட அல்லீல்களுக்கான ஒத்த பாலணு இணைந்த தன்மை, ஒவ்வாப் பாலணு இணைந்த தன்மை அடிப்படையில் ஏற்படுகிறது.

X-குரோமோசோமுக்கும், சைட்டோப் பிளாசத்திற்கும் இடையே உள்ள காரணிகள்: சமநிலையும் பால் அறுதியிடலும். மைமாண்ட்ரியா டிஸ்பர் (lymathara dispar) ஜிப்சி அந்துப் பூச்சிகளில், பால் அறுதியிடல், குரோமோசோம்களுக்கும் சைட்டோப்



படம் 4.

மைக்ரோபிரகான் (microbracon) ஒட்டுண்ணிக் குளவிகளில் பால் அறுதியிடல். இவ்வினக் குளவியில் நெருக்கமான உறவு கொண்ட குளவியின் அடுத்த தலைமுறையில் ஆண்களில் சில ஒற்றைமய அமைப்புடையன. மற்றவை அத்தலைமுறையின் பெண்களைப் போன்று 10 இரட்டைக் குரோமோசோம்களைப் பெற்ற இரட்டைமயமானவை. பால் அறுதியிடலுக்குக் காரணமான பல அல்லீல்களை ஒத்த பாலணு இணைந்த (homogenous) தன்மையில் இனப்பெருக்கத்தின் அற்றவை. எனவே அ.க.15-11அ

பிளாசத்திற்கும் இடையே உள்ள காரணிகளின் சமநிலையினால் ஏற்படுகிறது. இதை ஆர்.பி. கோல்ட்ஸ்மித் மிகவும் சிறப்பாக விளக்கியுள்ளார். இவ்வின அந்துப்பூச்சிகள் ஐரோப்பா, ஆசிய கண்டங்களில் இங்கிலாந்து முதல் ஜப்பான் வரை பரவியுள்ளன. இவை தெளிவற்ற, தனித்தன்மையுடைய இனமாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட புவியியல் இனங்களின் ஆண், பெண் பூச்சிகள் தெளிவுள்ள இரண்டாம் நிலைப் பால் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.



குறிப்பிட்ட இனங்களுக்குள் ஏற்படும் இனக்கலப்பு ஆண், பெண் உயிரிகளை மெண்டலிய விகிதத்தில் சம அளவில் தோற்றுவிக்கின்றன. அனால் வெவ்வேறு புவியியல் இனங்களுக்கு இடையேயான இனக்கலப்பு, சில வேளைகளில் இடைப்பாலிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது.

இடைப்பாலிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட மரபமைப்பைப் பெற்று வளர்ச்சியடையத் தொடங்கி, பின்னர் தொடர்ந்த வளர்ச்சியின் போது வேறு பாலாகின்றன. இவை ஒரு குறிப்பிட்ட கரு வளர்ச்சி வரை, மரபமைப்புப்படி பால் வளர்ச்சி பெற்று, பின்னர், திருப்புமுனையாகத் தொடர்ந்த வளர்ச்சியின்போது, வேறுபாலாக அமைகின்றன. பெண் இடைப்பாலிகள் பெண் மரபமைப்பு உடையவை. எனவே பெண்ணாகக் கரு வளர்ச்சி அடையத் தொடங்கி, திருப்புமுனைக்குப் பின் ஆண் பண்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆண் இடைப்பாலிகள் மரபமைப்பால் ஆண்கள்; இவை பெண்களாகத் தோற்றுவழி அமைப்பைப் பெறுகின்றன. வேறு இடைப்பாலிகளைப் போலல்லாமல் இவை இனப்பெருக்கத்திற்கு உடையவை. எனவே வெவ்வேறு புவியியல் இனங்களுக்கு இடையே இனக்கலப்பு நடைபெற முடியும்.

ஐரோப்பிய, ஜப்பானிய புவியியல் இனங்களுக்குள் கொண்டு கொடுப்புப் பாங்கான இனக்கலப்பு ஆய்வுகளைச் செய்து கோல்ட்ஸ்மித் இவற்றில் பால் மரபமைப்பு, செயல்படும் முறை ஆகியவற்றை விளக்கியுள்ளார். ஆண் தன்மைக் காரணிகள் குரோமோசோம்களில் உள்ளன. இவை மெண்டலிய முறையில் சந்ததிகளுக்குச் சென்றடைகின்றன. பெண் பால் காரணிகள் சைட்டோப்பிளாசத்தில் உள்ளன. இவை பிரிதல் இன்றி அனைத்துச் சந்ததிகளுக்கும் சென்றடைகின்றன. இவ்விருண்டின் வலிமைசார்ந்த வேறுபாட்டின் அடிப்படையில், இரு வேறு புவியியல் இனங்களுக்கிடையேயுள்ள இனக்கலப்பு இடைப்பாலிகளை உருவாக்குகிறது என அவர் விளக்கினார்.

மனிதர்களில் பால் நிர்ணயம். மனிதர்களில் பால் அறுதியிடல் மரபமைப்பால் கருவுறுதலின்போது ஏற்படுகிறது. XY மரபமைப்புடைய கரு முட்டைகள் ஆண்கள்; XX மரபமைப்புடைய கருமுட்டைகள் பெண்கள். பால்களின் தோற்றுவழி அமைப்பு இங்கு உறார்மோன்கள், சூழ்நிலை ஆகியவற்றின் ஆளுமையால் ஏற்படுகிறது. கருவளர்ச்சியின் தொடக்க நிலையில் இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகள் இரு பால்களிலும் ஒத்தவையே. இனப்பெருக்கச் சுரப்பியின் வெளிப்பகுதி புறணி எனவும் உட்பகுதி அகணி எனவும் கூறப்படும். தொடர்ந்து கருவளர்ச்சியின்போது XY மரபமைப்பைக் கொண்ட கருவில் புறணி அழிவுறுகிறது. அகணி விந்து சுரப்பியாக வளர்ச்சியடைகிறது. XX மரபமைப்பு

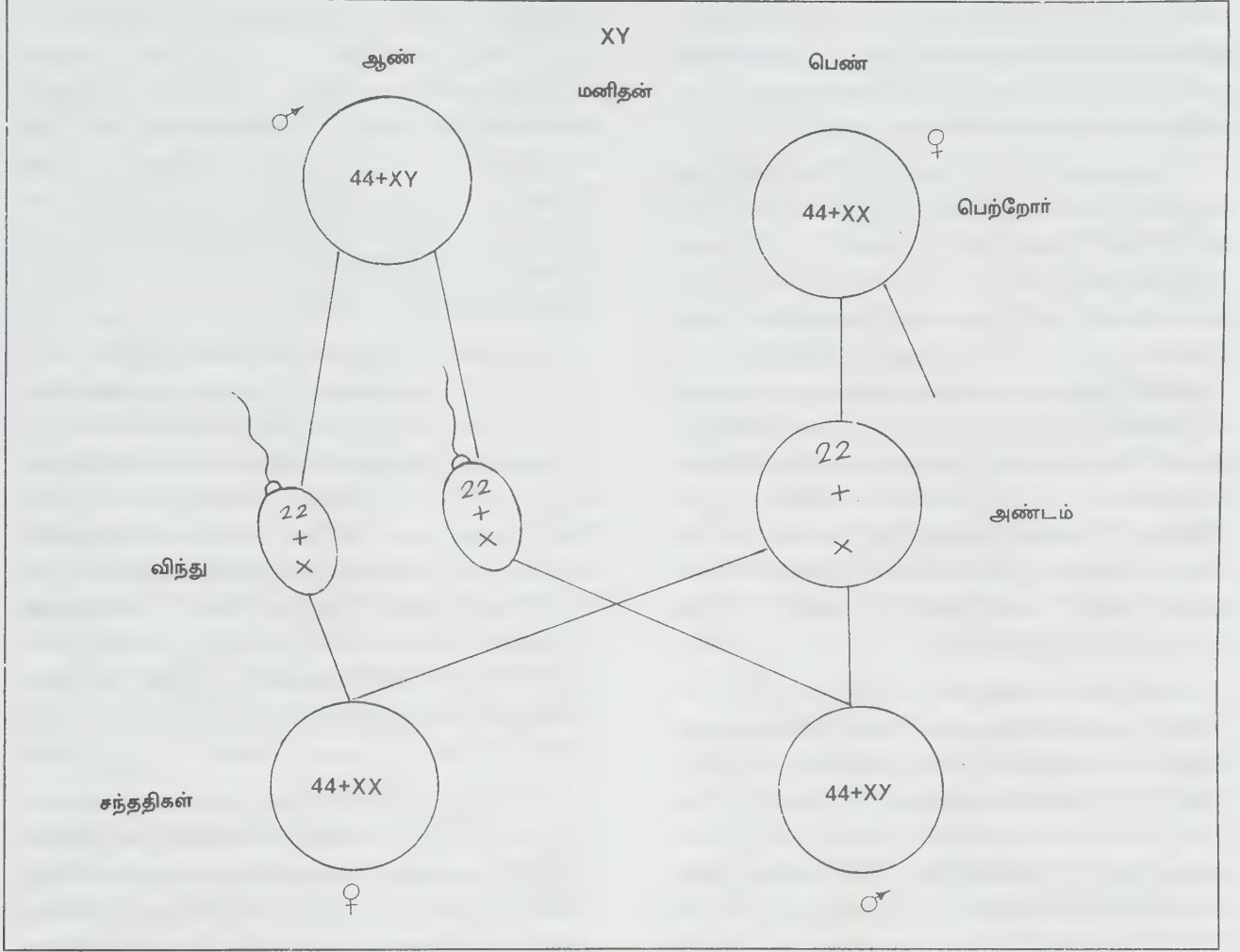
உடைய கருவில் அகணி அழிவுறுகிறது. புறணி, அண்டச் சுரப்பியாக வளர்ச்சி அடைகிறது. இவ்வாறாக விந்துச் சுரப்பியும் அண்டச் சுரப்பியும் வளர்ச்சி அடைகின்றன. இவை உற்பத்தி செய்யும் பால் ஹார்மோன், பால் சார்பு வேற்றுமைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. 44 உடல் குரோமோசோம்களும் (autosomes) பால் குரோமோசோம்களும் ஆக மொத்தம் 46 (44+XX) அல்லது 23 இணை குரோமோசோம்களைப் பெற்றவர், பெண்கள்; 44 உடல் குரோமோசோம்களும், XY பால் குரோமோசோம்களும் ஆக மொத்தம் 46 (44+XY) அல்லது 23 குரோமோசோம்களைப் பெற்றவர் ஆண்கள்.

மனிதர்களில் பால் சார்பு மரபுக்குறைகள். (Human sex abnormality). இரட்டையப் பால் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைப் பெறாத கரு முட்டைகள் இயல்பற்ற பால் குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கையுடன் பால் சார்பு மரபுக் குறைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை பல வகைப்படும்.

ஒற்றைத்தன்மை (Monosomic). YO மரபமைப்பில், ஒரு பால் குரோமோசோமை மட்டும் உடைய கருக்கள் வாழ்வதில்லை. XO மரபமைப்புடன் ஒரு பால் குரோமோசோம் மட்டும் உடைய கருக்கள் வாழ்கின்றன. எனவே கருவை உயிருடன் வைக்க குறைந்தது, ஒரு X பால் குரோமோசோமாவது தேவை என்பது தெளிவாகிறது.

மக்கள் தொகையில் 100 மில்லியன் பெண்களில் ஏறத்தாழ 33,000 பெண்கள் XO உடையவர். ஏறத்தாழ 70 % XO மரபமைப்புப் பெண்கள் தாயிடமிருந்தே X குரோசோம்களைப் பெறுவர். எனவே தந்தை வழி X குரோமோசோமை மியாசின் செல்பிரிவின்போதே கரு முட்டையிலே இவர்கள் இழந்திருக்கலாம். XO மரபமைப்புப் பெண்கள் டர்னரின் நோயியம் ஒத்திசைவு (Turner's syndrome) பால் மரபுக் குறை உடையவராவர். இவர்கள் உடலாலும், பாலாலும் பருவமடைவதில்லை. இவர்களுக்கு மார்பகங்கள் வளர்ச்சியடைவதில்லை. அண்டங்கள் உருவாக்கப்படாமையால் பூப்பெய்துவதில்லை. எனவே மலடாக இருப்பர். அகன்ற தோள் பரப்புக் கொண்ட கழுத்து உள்ளடங்கிய காது குள்ளமான வடிவம் கொண்டவர்களாக இருப்பர்.

மூன்றன் தன்மை (Trisomic). ஒற்றைத்தன்மைபால் மரபுக்குறை உடையவர்கள் 3 பால் குரோமோசோம்களைப் பெற்றவர்களாவர். இவர்கள் 3 வகைப்படுவர். (1) OXXX மரபமைப்பு உடைய பெண்கள் வகையில் 1000 வாழும் பெண் பிறப்புக்களில் ஒருவர் இம்மரபமைப்பு உடையவர். இவர்கள் இயல்பான இனப்பெருக்கத்திற்குடைய பெண்களாகச் சற்று



படம் 5. பால் அறுதியிடலில் மனிதன்

உயரமாக இருப்பார்கள். (2) XYY மரபமைப்பு உடைய ஆண்கள் வகையில் 700 வாழும் ஆண் பிறப்புக்களில் ஒருவர் இம்மரபமைப்பு உடையவர். இவர் இனப்பெருக்கத்திற்கு உடைய இயல்பான ஆண். இவர் சற்று உயரமாக இருப்பார் இயல்பான ஆண்களைவிட 20 மடங்கு அதிகமாக மனநிலை குன்றியவர்களும், குற்ற உணர்வு கொண்டவர்களும் இம்மரபமைப்புக் கொண்டவர்களாக இருக்கிறார்கள். (3) XXY-மரபமைப்பு உடையவர் ஆண்கள். இவ்வகையில் 800 வாழும் ஆண் பிறப்புகளில் ஒருவர் இம்மரபமைப்பு உடையவர். இவர் கிளைன் பெல்டர் நோயியம் ஒத்திசைவுத் தோற்றுவழி அமைப்புடையவர். இவருக்கு வளர்ச்சி குன்றிய, அளவில் சிறிய புற இனப்பெருக்க உறுப்பு இருக்கும். இவர் அடர்த்தியற்ற உடல், மயிர் புடைத்த மார்பகம், அகன்ற இடுப்பு போன்ற இரண்டாம் பெண்பால் நிலைப் பண்புகளைப் பெற்று மலடாக இருப்பார்.

பிறப்புகளில் பால் சார்பு மரபுக் குறைகளின் நிகழ்வெண். மேற்காணும் பால் சார்பு மரபுக்குறைகளில் XO மரபமைப்புக் குறையைவிட மற்றவற்றின் பிறப்பு விகிதம் மிகுதியாகக் காணப்படுவது குறப்பிடத்தக்கதாகும். கூடுதல் எண்ணிக்கையில் பால் குரோமோசோம்களைப் பெற்றிருத்தல், பால் குரோமோசோமை இழப்பதைவிட வாழும் திறன் அளிக்கிறது எனத் தெரிகிறது. தாயின் வயது அதிகமாக அதிகமாக XXY, XXX மரபமைப்புப் பிறப்புக்களின் விகிதமும் அதிகரிக்கிறது. தாய் வழி இயைபின்மைப் பிரியாநிலை (maternal non disjunction) காரணமாகவே பால்குரோமோசோம்களில் மூன்றன் தன்மை ஏற்படுகிறது. அண்டச் செல்களாக்கத்தின்போது X குரோமோசோம்கள் முறையாகப் பிரிந்து வெவ்வேறு அண்டச் செல்களுக்குச் செல்லாமல் ஒரே அண்டச் செல்லுக்குச் செல்வது



இயைபின்மைப் பிரியாநிலை குரோமோசோம் பிறழ்ச்சியாகும். எனவே இயல்பாக ஒரு X குரோமோசோமுக்குப் பதிலாக இந்த அண்டச் செல்களில் இரு X குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவை இயல்பற்ற அண்டச் செல்களாகும்.

பெண்களில் இயைபின்மைப் பிரியாநிலைக்குக் காரணம். பெண் கருவில், முதல் நிலை அண்ட மூல இனச்செல்கள் (genocytes) கருவுற்ற 20 ஆம் நாளில் தோன்றுகின்றன. இவை ஐந்தாம் வாரக் கருவளர்ச்சியின்போது இனச்செல்களாக வரிமேடுகளுக்குச் செல்கின்றன. இவை மறைமுகப்பகுப்பு (mitotic) முறையில் செல்பகுப்படைந்து ஃபாலிகிள் செல்களால் சூழப்பட்டு முதல்நிலை ஃபாலிகிள் செல்களாகின்றன. கருவளர்ச்சியின் மூன்றாம் மாதத்தில் இவை குன்றல் பிரிவு முறையில் செல் பிரிதலைத் தொடங்கி முதல் நிலை அண்டமாக்கச் செல்களாகின்றன. இவை, குன்றல் பிரிவின் டிப்ளோநீமா நிலையிலேயே உயிரி பால் முதிர்ச்சி அடைகின்ற வரை நின்றுவிடுகின்றன. அதாவது உயிரி 12 வயது அடைகிற வரை இவை காலம் நீட்டித்த டிப்ளோநீமா நிலை என்று குறிக்கப்படுகின்றன.

பிறந்த பெண் குழந்தையின் அண்டச் சுரப்பிகளில் 1000000 முதல் நிலை அண்டமாக்கச் செல்கள் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பான்மை அழிந்துவிடுகின்றன. வயதாகும் போது 300000 முதல் நிலை அண்டமாக்கச் செல்கள் உள்ளன. 12-50 வயது வரை ஏறக்குறைய 400 முதல் நிலை அண்டமாக்கச் செல்கள் மட்டுமே முதிர்ச்சி அடைகின்றன. இவ்வாறாகப் பெண்ணின் அண்டச் செல்களாக்கத்தின்போது குன்றல் பிரிவு 50 ஆண்டுகள் வரை தொடருகிறது. எனவே வயதான தாய்மார்களில் அண்டச்செல்கள் ஆக்கத்தின்போது இணைப்பின்மைப் பிரியாநிலை போன்ற குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன.

பலவின் பால் தன்மை (polysomic). XXXX பெண்; XXXY ஆண்; XYY ஆண்; XXXXX பெண்; XXXXY ஆண்; XXXYY ஆண் போன்ற மரபமைப்பு உடையவர்களும் இருக்கிறார்கள். இவர்கள் அனைவரும் இயல்பற்றவர்கள். ஒன்று அல்லது அதற்கும் கூடுதலான Y குரோமோசோம்களை உடைய ஆண்கள் இனப்பெருக்கத்தின் அற்றவர்கள், கிளின்பெல்டர் நோயியம் ஒத்திசைவுத் தோற்றவழி அமைப்புடையவர்கள். X குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மிகுமானால் அவர்களுக்கு மனவளர்ச்சி குன்றுதலும் மிகுகிறது.

மனிதர்களில் பால் பல் வடிவங்கள் (human sex mosaics). உடல் செல்களில், வேறுபட்ட பால் குரோமோசோம்களின் தோற்றவழி அமைப்புக் காணப்படுவது

பால் பல்வடிவமாகும். மனிதர்களிலும் XX/ XY, XXX/ XO, X X/XO, XY/XO, XXY/XX, XXXY/ XY போன்ற மரபமைப்புகளைக் கொண்ட பால் பல் வடிவங்கள் கொண்டவர்கள் உள்ளனர். இவர்கள் இயல்பற்ற பால் சார்புடையவர்களாக இருப்பதுடன் ஓர் அண்டச் சுரப்பி ஒரு விந்துச் சுரப்பி போன்ற இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளையும் பெற்றிருப்பர். ஆனால் ஹார்மோன்களின் செயலால் தோற்று வழி அமைப்பு ஒன்று போலவே காணப்படும். பால் பல் வடிவத் தோற்றவழி அமைப்பு ஏற்படுவதில்லை.

### விந்தகப் பெண்மை (testicular featiniaion).

XY மரபமைப்பு ஆண், ஒரு குறிப்பிட்ட இயல்பற்ற அல்லீலைப் பெற்றதன் காரணமாகத் தோற்றவழிப் பெண் அமைப்பைப் பெறுவதுண்டு. இவருக்கு மேலும் தொடராமல் முடிவடையும் புணர்குழாய் (vagina), நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த மார்பகங்கள் போன்ற பெண் பால் பண்புகள் உருவாகின்றன. இவர் இயல்பான வாழ்நாள் உடையவர். இவருக்கு விந்துச்சுரப்பிகள் வயிற்றறையிலிருந்து விந்துப்பைகளுக்குக் கீழிறங்காமல், வயிற்றறையிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. இத்தகையோர் இனப்பெருக்கத் திறன் அற்றவராவர். இந்தப் பால் சார்பு மரபுக்குறை விந்தகப் பெண்மை (woman sex ratio) என்று குறிக்கப்படுகிறது.

மனிதப் பால் விகிதம். மக்கள் தொகையில் கருவுறுதல் நிலையில் ஆண்கள் எண்ணிக்கையில் மிகுந்தும் பெண்கள் குறைந்தும் உள்ள முதல் நிலைப் பால் விகிதம் காணப்படுகிறது. கருவுறுதல் நிலையில் ஆண் விகிதம் மிகுதியாக இருப்பதற்குப் பல காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. Y குரோமோசோம்களைக் கொண்ட விந்து வேகமாகச் செயல்படலாம். இவை X குரோமோசோம் கொண்ட விந்தைவிட அளவிலும் எடையிலும் சிறியனவாக இருப்பதால் விரைவாக நீந்தும் திறனைப் பெற்றிருக்கலாம். பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புப் பாதையின் உடற் செயலியல்கள் Y குரோமோசோம் கொண்ட விந்தை நன்கு வாழவைப்பதாக இருக்கலாம். அண்டத்தின் புறப்பரப்பு இதனை மிகுதியாக ஈரப்பதாக அது இருக்கலாம். எனவே கருவுறுதல் நிலையில் ஆண்கள் அதிகமாக உருவாகின்றனர். ஆனால் கருவுற்றதிலிருந்து, பூப்பு அடைவது வரையான இரண்டாம் நிலைப் பால் விகிதம் வேறானதாகும். இதில் பெண்களின் விகிதம் மிகுந்து உள்ளது. கருவுறுதலுக்குப் பின்னர் ஆண்களின் பிறப்பு விகிதம் கூடுதலாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம். ஆண்கள் ஒரு X குரோமோசோம் மட்டுமே பெற்றிருப்பதால் நோய்களுக்கு எளிதில் உள்ளாகி இறந்துவிடுகின்றனர். இந்த ஒரு X குரோமோசோமில் உள்ள ஊறு செய்யும் ஜீன்கள்



ஆண்களைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. எனவே, இறப்பு விகிதம் கூடுதலாக உள்ளது. ஆனால் பெண்களில் கூடுதலாக உள்ள மற்றொரு X குரோமோசோம் ஊறு செய்யாத மற்ற ஜீன்களைப் பெற்று மிகுந்த நோய் எதிர்ப்புத் திறனை அவர்களுக்கு அளிக்கிறது. எனவே இறப்பு விகிதம் குறைவாக உள்ளது.

X பிணைப்புற்ற பண்புகளுக்கான ஜீன்கள் பங்கீடு ஈடு செய்யப்படுதல் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. பெண்ணில் இரண்டு X குரோமோசோமும் ஆணில் ஒரு X குரோமோசோமும் காணப்படுகின்றன. எனவே பெண்கள் மேற்காணும் ஜீன்களுக்கு ஆண்களைப் போல இரண்டு மடங்கு செறிவு கொண்டவர் அல்லர். பெண்களின் இரண்டு X குரோமோசோம்களில் ஏதாவது ஒன்று தொடக்கக் கரு வளர்ச்சியின்போதே செயலற்றதாக ஆக்கப்பட்டு விடுவதாக லையானின் கருதுகோள் விளக்குகிறது. இவ்வாறான செயலற்ற X குரோமோசோம் பெண் செல்களின் உட்கருவில் பார் (barr) உறுப்பாக உள்ளது. எனவே ஒரு செல்லில் பால் உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை X குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கு எப்போதும் ஒன்று குறைவு. இயல்பான பெண்ணில் பார் உறுப்பிற்கு எதிரான மற்ற X குரோமோசோம் தான் செயல்படுகிறது. இயல்பற்ற பெண்கள் X பிணைப்பற்ற பண்புகளுக்குப் பால் பல்வடிவ அமைப்புடையவர்கள்.

**சூழ்நிலையால் பால் அறுதியிடல் (sex determination by environment).** ஒரே மரபமைப்பு இரு பால்களையும் குறிப்பிடுவதாக அமையும்போது சூழ்நிலை, பால் தோற்றுவழி அமைப்பை அறுதியிடுகிறது. சில தாவரங்களிலும், சில விலங்குகளிலும் ஆண் இனச் செல்களும் பெண் இனச் செல்களும் அதே உயிரியிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

இருபாலுடலியான (bisexual) ஹெவிக்ஸ் நத்தையில், விந்தும், அண்டமும் இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்து உருவாகின்றன. சில ஒன்றன் தொகுதிப் பாசிகளில் விந்து, அண்டம் போன்ற இனச்செல்கள் தனித்தனியான இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளில் உருவாகின்றன. இவை அனைத்தும் ஒர் ஒற்றை மரபமைப்பு இருவகை இனச்செல்கள் உருவாவதைக் குறிப்பிடுகின்றன. இனச்செல்கள் உருவாதல் அதே உயிரியின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் உள்ள செல்களைப் பொறுத்து அமையும். இனச் செல்களின் தோற்றுவழி அமைப்பு அவை உருவாக்கப்படுகின்ற அகச் சூழ்நிலையால் வரையறுக்கப்படுகிறது.

சில உயிரிகளில் உயிரியின் வளர்ச்சியுடன் அகச் சூழ்நிலையிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது பாலின்

தோற்றுவழி அமைப்பு மாற்றமடைகிறது. ஒஃப்ரியோட்ரோகா கடல் புழுவில் பால்கள் தனித்தனி உயிரிகளில் இருப்பினும் தோற்றுவழிப் பால் அமைப்பு அவற்றின் உடல் அளவால் அறுதியிடப்படுகிறது. இளமையிலோ பெரிய புழுவிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டதாலோ அளவில் சிறிய உடலைக் கொண்ட உயிரி விந்தை உருவாக்குகிறது. உடல் அளவால் வளர்ந்தவுடன் இதே உயிரி அண்டங்களையும் உருவாக்குகிறது.

பால் வேறுபடுதல், புறச்சூழலில் உள்ள வேதிச் காரணிகளாலும் நடைபெறுவதுண்டு. பொனெல்லியாவில் ஆணும், பெண்ணும் அமைப்பாலும், அளவாலும் செயலியல் களாலும் வேறுபட்டவை. வயது வந்த பெண்பால் இல்லாத பொனெல்லியா அதாவது வேதிச் சார்புக் காரணிகள் இல்லாத புறச்சூழலில் வளர்ச்சி அடையும் கருமுட்டைகள், பெண் பொனெல்லியாக்களாகப் பால் அறுதியிடலைப் பெறுகின்றன. ஆனால் பெண்கள் உள்ள புறச்சூழலில் அல்லது பெண்ணின் கருச்சத்து உள்ள புறச்சூழலில் வளர்ச்சியடையும் கரு முட்டைகள் ஆண்களாகப் பால் அறுதியிடல் பெறுகின்றன.

கடல் வாழ் கிரெப்பிடுலாவில் இளவுயிரி வளர் உருமாற்றத்திற்காக நிலைக்கும் இடத்தின் அடிப்படையில் பால் அறுதியிடல் ஏற்படுகிறது. இளவுயிரிகள் தன்னிச்சையாக நீந்தி வாழ்ந்து கொண்டு இருக்கும் வரை ஆண்களாக உள்ளன. வளர் உருமாற்றத்திற்காகப் பெண் உடலின் மீது நிலைக்குமானால் தொடர்ந்து ஆணாகவே வாழ்நாள் முழுதும் உள்ளன. ஆனால் வயது வந்த ஆண், பெண் உடலிலிருந்து விடுபடுமானால் பெண்ணாக மாற்றம் அடைந்துவிடும். பெண் மீது நிலைக்காத இளவுயிரிகளும் பெண்களாகவே வளர்ச்சியடைகின்றன.

ஒரே மரபமைப்பை உடைய உயிரியின் தோற்றுவழிப் பால் அமைப்பு அகச்சூழல், புறச்சூழல் காரணிகளால் வரையறுக்கப்படும்போது அதன் குறிப்பிட்ட மரபமைப்பு எத்தன்மையதாக இருக்கும் என்பது இன்னும் தெளிவாக விளக்கப்படவில்லை. சணல் தாவரத்தில் பால்கள் தனித்தனியானவை. XY வகைப் பால் அறுதியிடு முறை காணப்படுகிறது. ஆணாக உள்ள தாவரம் சூழ்நிலையின் வேறுபாட்டால் பெண்ணாக மாற்றமடைகிறது. மேமாதம் முதல் நாளிலிருந்து ஜீலை 15 ஆம் நாள் வரை பயிரிடப்பட்ட சணல் தாவரங்களில் ஆண், பெண் விகிதம் எதிர்பார்க்கப்பட்ட 1:1 விகிதமாக உள்ளது. ஆனால் காலம் தாழ்த்திப் பயிரிடப்பட்ட சணலில் பெண்பால் விழுக்காடு மிகுதியாக உள்ளது. காலம் தாழ்த்திப் பயிரிடப்பட்ட மரபமைப்பு ஆண் தாவரங்கள், பால்

மாற்றமடைந்து பெண் தாவரங்களாகின்றன. பசுவின் கால் அளவில் உள்ள வேறுபாடு புறக்காரணியாகச் செயல்படப் பால் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

**பால் அறுதியிடலில் தொடர்புடைய பிற காரணிகள்.** இருபால்களையும் தனித்தனியாகக் கொண்ட உயிரினங்களில் குரோமோசோமும், குரோமோசோமுக்கு இடையேயான விகிதமும் தூண்டுதல்களாக அமைந்து பால் அறுதியிடல் ஏற்படுகிறது என அறியப்பட்டது. பால் பண்புகள் வளர்ச்சி அடைவதற்கு இவை மட்டும் காரணிகள் அல்ல. பால் பண்புகள் தோற்றுவழி வெளிப்பாட்டை மாற்றுகின்ற வேறு காரணிகளும் உள்ளன.

**ஹார்மோனும் பால் அறுதியிடலும்.** விந்து, அண்டம் ஆகியவற்றை உருவாக்குவது இனப்பெருக்கச் சுரப்பியின் முதல் பணியாகும். பால் சார்புப் பண்புகளை ஏற்படுத்துவதற்காக ஹார்மோன்களைச் சுரப்பது இவற்றின் இரண்டாம் பணியாகும்.

**பால் மாற்றம் (sex reversal).** இயல்பாக முட்டையிட்டுக் கொண்டிருந்த வயதான கோழிகள் சில வேளைகளில் சேவல்களைப் போன்று தோற்ற மாறுபாடுகளைப் பெற்றுக் கூடிவதும் உண்டு. இக்கோழிகளில், ஆண்தன்மையை வெளிப்படுத்தாதவாறு இதுவரை தடுத்துக் கொண்டிருந்த தடை நீக்கப்பட்டுவிட்டதால் ஆண்பால் தோற்றம் பெறுகிறது. இக்கோழிகளை அறுவை செய்து பார்த்தபோது இந்த உண்மை தெரிய வந்தது.

பெண் பறவைகளில் பொதுவாக இட அண்டச் சுரப்பி மட்டுமே செயல்படுகிறது. அண்டச் சுரப்பியின் மையத்தில் விந்துச் சுரப்பி போன்ற சிறிய திசுத்தொகுதி உள்ளது. அண்டச்சுரப்பி, பெண்பால் தோற்றுவழி அமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஹார்மோன்களைச் சுரப்பதுடன் ஆண் தோற்றுவழி அமைப்புகள் ஏற்படுவதையும் தடை செய்கிறது. சில கோழிகளில் கழலையாக்க நோய்த் தொற்றினால் அண்டச் சுரப்பி மிகுதியாக அழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இவற்றில் பெண் பால் ஹார்மோனில் இருந்து தடை நீக்கம் பெற்றுவிட்ட விந்துச் சுரப்பி போன்ற திசுக்கள் பெரியவையாக வளர்கின்றன. இவை பால் மாற்றத்திற்குத் தேவையான ஆண்பால் ஹார்மோன்களைச் சுரக்கச், சேவலாகப் பால் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

**கறவாப் பசு (free martin).** ஆண், பெண் என இரட்டைக்கன்றுகள் பிறக்கும்போது பெண் கன்று இயல்பற்றதாகவும், மலடாகவும் இருக்கிறது. இதுபற்றி ஃபிராங்க் லில்லி ஆகியோர் விரிவான ஆய்வுகளைச் செய்து விளக்கியுள்ளனர். கருப்பையில் ஆண், பெண் இரட்டைக்

கன்றுகள் வளர்ச்சியடையும்போது இரு கருக்களின் குருதிக்குழாய்களும் இணைப்பறும் பகுதிகள் ஏற்படுகின்றன. ஆண் கன்றுகளில் முதலில் ஆண்பால் ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இது குருதிச்சுழற்சியின் வழியாகப் பெண் கருவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் பால் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. பெண் கன்று பெண்பால் உறுப்புகளுடன், ஆண்பால் உறுப்புகளையும் பெற்று மலடாகிறது. இக்கன்று கறவாப் பசு எனப்படுகிறது.

பறவை, ஊர்வன ஆகியவற்றில் பெண் உயிரிகள் வேறுபட்ட பால் குரோமோசோம்களைப் பெற்றுள்ளன. ZW மரபமைப்பு பெண்கள் எனவும், ZZ மரபமைப்பு ஆண்கள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. W குரோமோசோம் அண்டச் சுரப்பி உருவாவதற்குக் காரணமாக அமைகிறது. டெய்டே குடும்பப் பல்லிகளில் கன்னி இனப்பெருக்க முறை காணப்படுகிறது. நிமிடோஃபோரஸ் சிறப்பின, ஊர்வன வற்றில் ஆண்கள், அரிதாகவே காணப்படுகின்றன. இரு வாழ்வி (amphibia), மீன் ஆகியவற்றில் மாறுபட்ட பால் குரோமோசோம்கள் இதுவரை விளக்கப்படவில்லை. இவற்றில் ஆண் பாலையும் பெண் பாலையும் தீர்மானிக்கும் ஜீன்கள் பல குரோமோசோம்களில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

பறவை, பாலூட்டி போன்றவற்றில் பால் அறுதியிடல் மிகவும் உறுதியாகக் காணப்படுகிறது. பாலூட்டிகளில் சேய்ப் பாதுகாப்புப் பண்பின் (parental care) அடிப்படையில் விரிவான ஆண் பெண் வேறுபாடுகள் தேவைப்படுகின்றன. ஆனால் ஊர்வனவற்றில் சேய்ப் பாதுகாப்புப் பண்பு ஓரளவே உள்ளது. எனவே ஆண், பெண் வேறுபாடுகள் தேவைப்படவில்லை. ஆனால் இத்தகைய ஆண், பெண் வேறுபாடுகள் உள்ள மைக்கான காரணம் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஒரு வேளை இது விலங்குப் படிமலர்ச்சியில் தற்செயலாக ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சியாக இருக்கலாம்.

பொருளாதாரச் சிறப்பிற்காகக் குறிப்பாக மிகுதியாக முட்டை இடும் கோழி, பால் தரும் பசு, விரைந்து ஓடும் குதிரை போன்றவற்றைப் பண்ணை விலங்கு வளர்ப்போர் மிகுதியாகப் பெருக்க விரும்புவர். எனவே குறிப்பிட்ட பால் சந்ததிகள் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யும் கட்டுப்பாட்டு முறைகளைப் பலகாலமாக ஆய்ந்துள்ளனர். தேவைப்படுகின்ற அல்லது மிகவும் விரும்பப்படுகின்ற ஆண் அல்லது பெண் குழந்தைகளை மட்டுமே பெறுகின்ற வாய்ப்பும் ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

Y குரோமோசோம் கொண்ட விந்து, X குரோமோசோம் கொண்ட விந்து எனத் தரம் பிரிக்க முடியுமானால் விரும்பிய



பால் சந்ததியைப் பெற இயலும். அண்மைக் காலத்தில் ஜப்பானின் டோக்கியோ பல்கலைக்கழகத்தில் X குரோமோசோம் விந்தையும் Y குரோமோசோம் விந்தையும் தரம் பிரிக்கும் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. X குரோமோசோம்களிலும் Y குரோமோசோம்களிலும் உள்ள புரதங்களும் நியூக்ளிய அமிலங்களும் வெவ்வேறான மின்னேற்புகளைப் பெறுகின்றன. எனவே மின் பகுப்பால் (electrophoresis) இக்குரோமோசோம்களைக் கொண்ட விந்தைத் தரம் பிரிக்கலாம். மின் பகுப்பின்போது X குரோமோசோம் விந்து நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கிறது. Y குரோமோசோம் விந்து எதிர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கிறது. இம்முறையைப் பயன்படுத்தி விரும்பிய பால் சந்ததியைப் பெறத் தற்போது வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஆய்வுக்குழாய்க் குழந்தைகளைப் (test tube babies) பெறுவது எளிதாகி விட்டமையால், விரும்பிய பால் சந்ததிகளைப் பெறும் வாய்ப்பும் மிகவும் ஒளிமயமாகவே உள்ளது.

தற்போது ஆம்னியோசென்டசிஸ் முறையால், கருவுற்ற பதினெட்டாம் வாரத்திலே கருவின் பாலை அறிந்து கொள்ள வழிகள் உள்ளன. தேவைப்படுகின்ற அல்லது விரும்பப் படுகின்ற பாலைத் தொடர்ந்து கருவளர்ச்சியுற் செய்து குழந்தையாகப் பெறலாம் அல்லது கருச்சிதைவும் செய்து கொள்ளலாம்.

எ. ச ன்னியாசிநாதன்

## பால் இனப்பெருக்கம்

காண்க: இனப்பெருக்கம்

## பால் ஈரமைப்பு

உயிரினங்கள், கருவகம் (ovum), விந்து (sperm) ஆகியவற்றில் உள்ள அடிப்படை வேறுபாட்டிற்கு ஏற்பவும், இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகள் (reproductive glands) மற்றும் அவற்றுடன் தொடர்புடைய அமைப்புகளுக்கு ஏற்பவும் பால் ஈர் அமைப்புகளைப் (sexual dimorphism) பெற்றுள்ளன. தாவரம் மற்றும் விலங்குகளின் படிமலர்ச்சியில் பல்வேறான தேவை களுக்கு ஏற்ப இனச்செல்கள் (gametes), இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகள், புற இனப்பெருக்க உறுப்புகள் (genitalia) பால் வேறுபாடுகள் போன்றவை ஏற்பட்டன. இருபால் தன்மையும், பால் ஈரமைப்பும் உயிர்ப்படிமலர்ச்சியின்

வேகத்தை விரைவுபடுத்தியதன் விளைவாகவே வெவ்வேறான உயிரினங்கள் இவ்வுலகில் படிமலர்ச்சியடைந்தன.

**உயிரினங்களில் பால் ஈரமைப்பு.**  
பாக்டீரியாக்களில் ஆண் பாக்டீரியாக்கள் தனித்த எபிசோம்களைப் பெற்றுள்ளன. இணைவு இனப்பெருக்கத்தின் போது (conjugation) பெண் பாக்டீரியாக்கள் எபிசோம்களைப் பெற்று ஆண் பாக்டீரியாக்களாகின்றன. மேல்திலை உயிரினங்களில் பால் வேறுபாடுகள் படிமலர்ச்சித் தகவமைப்புகளாக இருபால்களுக்குக் குறைக்கப்படுகின்றன. புற அமைப்பில் வேறுபாடுகளைப் பெற்ற பால் ஈரமைப்புகளையுடைய ஆண் உயிரிகளும், பெண் உயிரிகளும் தனித்தனியாகக் காணப் படுகின்றன. ஒருசெல் உயிரியான புரோட்டோசோவாவைச் சேர்ந்த பாரமீசியத்தில் தற்போது எட்டு இனக் கலப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றிடையே உடல் அமைப்பாலான வேறுபாடுகள் உள்ளன.

வார்ட்செல்லாவில் இணைவு இனப்பெருக்கம் மேற்கொள்ளும் இணைவிகள் அளவில் வேறுபட்டன. இருவேறு இனங்களைச் சேர்ந்த சிறிய, பெரிய இணைவிகளுக்கிடையே இணைவு இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. இந்த அடிப்படையில் பால் வேறுபாட்டிற்கான முன்னேற்றம் வார்ட்செல்லாவில் காணப்படுகிறது. மேல்திலை விலங்கினங்களில் பால் வேறுபாடுகள் படிமலர்ச்சித் தகவமைப்புகளாக இரு பால்களுக்குக் குறைக்கப்படுகின்றன. மேம்பாட்டைத் தவிர்த்து விலங்குகளில், புற அமைப்பால் வேறுபாடுகளைப் பெற்ற ஆண் விலங்குகளும், பெண் விலங்குகளும் தனித்தனியாக உள்ளன.

புழையுடலி, குழியுடலி (coelenterata) ஆகிய தொகுதிகளைச் சார்ந்த விலங்குகளில் பால் ஈரமைப்பு தெளிவாகக் காணப்படுவதில்லை. பொதுவாக இவை இருபால் உடலிகளாகத் திகழ்கின்றன. தட்டைப் புழுவில் (schistosoma) பால் ஈரமைப்பு, தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. பெண் புழுக்கள் நீண்ட, மெலிந்த உடலமைப்புடனும், ஆண் புழுக்கள் குட்டையான, தடித்த உடலமைப்புடனும் காணப்படும். இளம் புழுக்கள் தனித்தனியாக வாழ்கின்றன. ஆனால் முதிர் நிலையில் பெண் புழுக்கள், ஆண் புழுக்களின் வயிற்றுப் பகுதியிலுள்ள பெண் தாங்கி வரிப் பள்ளத்தில் (gynaecophoral groove) நிலைத்து வாழ்கின்றன.

ஆஸ்கெல்மின்தெஸ் (aschelminthes). இத் தொகுதியில், ரோட்டிஃபெர்களில் (rotifer) பால் ஈரமைப்புக் காணப்படுகிறது. ஆண் உயிரி, பெண் உயிரியைவிட அளவில்



பெரியது, உருளைப் புழுக்கள் (round worms) தெளிவான பால்மைப்புகளைக் கொண்டனவாகும். பொதுவாக ஆண் உயிரி அளவில் சிறியது. இதன் பின் முனை வளைந்திருக்கும். மேலும் இதில் புணர்ச்சி ஆண் முள்களும் உள்ளன.

கடல் வாழ் உயிரியான பொனெல்லியா (bonellia) மிகச் சிறந்த முறையில் பால் ஈரமைப்பைக் கொண்டது. பெண் உயிரியின் முன் முனையில் மிகவும் நீண்ட வாய்முன் நீட்சி காணப்படுகிறது. ஆண் உயிரி அளவில் மிகவும் சிறியது. இது பெண் உயிரியின் கருவக நாளத்தில் ஒட்டுண்ணியாய் நிலைத்து வாழ்கிறது.

கணுக்காலிகளின் ஈரமைப்பு மிகவும் விரிவாகக் காணப்படுகிறது. கிரஸ்டேசியாவில் (crustacea) ஆண் உயிரி, பெண் உயிரியினைப் பற்றுவதற்கான பற்றுறுப்புகளைப் பெற்றுள்ளது. இதன் நுண் உணர் கொம்பு (antennule), உணர் கொம்பு, மார்பு இணைப்புறுப்பு, வாயுறுப்பு போன்றவை பற்றுறுப்புகளாக மாற்றமடைகின்றன. சிறு நண்டுகளில் ஆண் நண்டு கவர்ச்சியான வண்ணங்களைக் கொண்டது. இதன் இரு முன் இடுக்கிக் கால்களில், ஒன்று அளவில் மிகவும் பெரியது. வெளிறிய வண்ணமுடைய பெண் நண்டு இரண்டு சம அளவுடைய முன் இடுக்கிக் கால்களைப் பெற்றுள்ளது. ஆண் இறால்கள் பால் ஈரமைப்பாகப் பெடாஸ்மாவைப் (petasma) பெற்றுள்ளன.

பூச்சிகளில் பால் ஈரமைப்பு. இது மிகவும் விரிவாகக் காணப்படுகிறது. பொதுவாக அளவில் பெரியதாகக் காணப்படும் பெண்பூச்சியின் வயிற்றுப்பகுதி விரிவடைந்து காணப்படுகிறது. காக்கிடே, சைகிடே, லேம்பைரிடே இனப்பெண் பூச்சிகள் கால்களும், இறக்கைகளும் அற்றன.

கூட்டுக் கண்களும் மிகவும் குறைவு. இவ்வுறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கின்றன. ஆண்களின் உணர் கொம்புகள் சிக்கலான அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. அலங்காரப் பால் சார்ந்த அமைப்புகளான வண்டுகளின் மூடு இறக்கை, வண்டுகளின் கொம்பு வண்ண வேறுபாடு போன்றவை பால் ஈரமைப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

லெபிடாப்டிரா இன வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் பெண் ஆணை விட 10 மடங்கு உடல் பருமனும் 15 மடங்கு உடல் நீளமும் கொண்டது. குருவி வால் வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் (swallow - tail butterfly) பெண் பூச்சி பலவிதமான உருவ அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு பெண் பூச்சியும், உண்ணத்தகாத வேறு இனப் பூச்சிகளைப் போன்று ஒப்புப் போலி (mimic) வண்ணங்களைப் பெற்றுள்ளது. ஆண்களில்

ஒப்புப்போலிகள் காணப்படவில்லை. அது மஞ்சள் மற்றும் கருமை வண்ணங்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் பேட்டிசிபன் ஒப்புப் போலிகள் (bateson mimics) பெண் பூச்சிகளாகும். இலைப்பேன், ரில் வண்டு இன ஹோமாப்டிரா (homoptera) பூச்சிகளில் பால் ஈரமைப்பு, வண்ணங்களின் அடிப்படையில் காணப்படுகிறது. இலைத்தத்திகளில் (leafhoppers) ஆணத்தத்தி இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் பெண் தத்தி வெண்மை நிறத்திலும் காணப்படும். செதில் பூச்சிகளில் பெண் பூச்சிகளுக்கு உணர் கொம்பு, கால், இறக்கை ஆகியவை இல்லை. ஆண் பூச்சிகளுக்கு இவை அனைத்தும் உண்டு. வண்டுகளில் (coleoptera) ஆண் வண்டுகளுக்குப் பெரிய இறக்கைகள் உண்டு. பெண் வண்டுகளுக்கு இறக்கை, கால், உணர் கொம்பு ஆகியவை இல்லை. மின்னும் புழுக்கள் (glow-worm) இளவுயிரி அமைப்பில் உள்ள பெண் பூச்சிகளாகும். இவ்வகையில் ஆண் பூச்சிகளுக்கு இறக்கைகள் உண்டு.

தேனீக்கள் (hymenoptera) சமூக வாழ்க்கைப் பூச்சிகளில் பால் ஈரமைவுகள் அவற்றின் பணிகளின் அடிப்படையில் அமைந்தனவாகும். பெண் தேனீக்கள் மஞ்சள், நீலப் பச்சை, நீலம், புற ஊதா வண்ண ஒளிக் கதிர்களை உணரும் திறன் படைத்தவை. ஆண் தேனீக்கள் மஞ்சள் வண்ணக் குருடு கொண்டவை. ஆனால் புற ஊதாக் கதிர்களை உணரும் திறன் பெற்றவை.

கறையான்களில், இனப்பெருக்க இனம், மலட்டு இனம் என இரு வகை உண்டு. பெரிய இறக்கைகளைப் பெற்ற உண்மையான அரசனும், அரசியும் இனப்பெருக்க இனமாகும். அரசிக் கறையான் பெரிய தலையும் பெரிய வயிற்றுப் பகுதியையும் கொண்டது. சிலந்திப் பூச்சிகளில் பெண், பொதுவாக ஆணை விட அளவில் பெரியது. கரப்பான் பூச்சிகளில் பால் ஈரமைப்பு தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. ஆண் இனத்தில் இரண்டு புணர்ச்சி நீட்சிகள் (anal styles) உண்டு. ஆனால் பெண் பூச்சிகளில் இந்நீட்சிகள் கிடையா. பெண் கரப்பான் பூச்சியின் வயிற்றுப் பகுதி விரிவடைந்து காணப்படும். பெரும்பாலான மெல்லுடலிகளில் (mollusca) ஆண், பெண் வேற்றுமை கிடையாது. இவை இருபாலுயிரிகள் (hermaphrodites) ஆகும். தலைக்காலிகளில் (cephalopoda) பால் ஈர் அமைப்புக் காணப்படுகிறது. ஆண் கணவாய் மீனின் இடக்கை நீளமானது.

முதுகு நாணிகளில் பால் ஈரமைப்பு. தொன்மையான முன் முதுகு நாணிகளில் (prochordates) பால் ஈரமைப்பு மிகவும் பரவலாகவும், விரிவாகவும்

காணப்படுகிறது. ஆண், பெண் உயிரிகள் முதல் நிலைப் பால் பண்பு, துணைப் பால் பண்பு ஆகியவற்றுடன் இரண்டாம் நிலைப் பால் பண்புகளையும் பெற்று மிகவும் வேறுபடுகின்றன. உயிரிகளின் பல்வேறு புணர்ச்சி முறைகளின் தொடர்பாகவே பால் ஈரமைப்புகள் ஏற்படலாயின. காதலாடலுக்கும், இணை சேர்தலுக்கும் (pairing) ஏற்ப ஆண் உயிரிகள் ஆண்பால் சார்ந்த புறப்பண்புகளைப் பெற்றன. எ - டு: ஆண் மான் கொம்பு, பெரிய யானைத் தந்தம், ஆண் மயில் தோகை போன்றவை.

ஆண் விலங்குகளுக்கு இடையே புணர்ச்சிக்காக ஏற்படுகின்ற போட்டியின் விளைவாகப் பால் ஈரமைப்புத் தோன்றியது. இந்தப் படிமலர்ச்சி நிகழ்ச்சியை டார்வின், பால் தேர்வு (sexual selection) எனக் குறிப்பிடுகிறார். பால் குரோமோசோம்கள் (sex chromosomes) உயிரியின் பாலை வரையறுக்கின்றன. குரோமோசோம் ஆண்மைக்கான ஓங்கு ஜீன்களைப் (dominant genes) பெற்றுள்ளது. பால் ஹார்மோன்களான (sex hormones) டெஸ்டாஸ்டீரோன் எஸ்ட்ரோஜென் ஆகியவை முறையே ஆண் உயிரியிலும், பெண் உயிரியிலும் உற்பத்தி ஆகின்றன. ஆண், பெண் உயிரிகளின் உடல்சார்ந்த பழக்க வழக்கங்களும், அனைத்து இரண்டாம் நிலை வேறுபாடுகளும் இந்த ஹார்மோன்களின் செயல்பாடுகளால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. எனவே ஆண், பெண் என இரு பால் அமைப்பு ஏற்படுகிறது.

மீன்களின் பால் ஈரமைப்பு. மீன்களின் நிற அமைப்பு, துடுப்பு வடிவம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பால் ஈரமைப்புக் காணப்படுகிறது. பெர்ச் (perch) மீன்களில் உடலின் அளவு, வண்ணம், உடலமைப்பு ஆகியவற்றில் பால்வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. உடலும், துடுப்புகளும், வெண்மை, கருமை, பச்சை, சிவப்பு, நீலம், வெள்ளி போன்ற பல வண்ணங்களைப் பெற்றுள்ளன. ஆண் மீன்களுக்கு நீண்ட முதுகுத் துடுப்புகள் உண்டு. இனப் பெருக்கக் காலங்களில் ஆண் தலையின் முன்பகுதியில் புடைப்புகள் தோன்றுகின்றன. பட்டை, ஒழுங்கற்ற குறியீடு, வெளிறிய குறியீடு போன்றவற்றை ஆண் மீன்கள் பெற்றுள்ளன.

ஆழ்கடல் தூண்டில் மீன்களில் (angler fish) ஆண்கள் ஓட்டுண்ணிகளாகப் பெண் உடலில் நிலைத்து வாழ்கின்றன. இவை அளவில் மிகவும் சிறியன. இவற்றின் உற்செயலிகளும் பெண்ணாலேயே நடைபெறுகின்ற அளவுக்கு உடல் இணைப்புக் காணப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஆண் சுறா மீன்களில் பற்றுறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. கடற்குதிரை எனப்படும் மீன்களில் ஆண்கள் சேய்வளர்ப்புப் பைகளைப் (brooding pouch) பெற்றுள்ளன. இரு வாழ்விகளில் பால் ஈரமைப்பு, தெளிவாகக் காணப்படவில்லை. ஆண்

தவளைகளில் குரல் பையும் (vocal sac) கலவித்திண்டும் (nuptial pad) காணப்படுகின்றன.

ஊர்வனவற்றில் பால் ஈரமைப்பு. ஊர்வனவற்றிலும் பால் ஈரமைப்பு, தெளிவாகக் காணப்படவில்லை. ஆனால் சில ஊர்வன தெளிவான பால் சார்ந்த வேற்றுமைகளைக் கொண்டுள்ளன. பெண் கடல் ஆமைகள் உடல் அளவில் ஆண்களைப் போல் இரண்டு மடங்கு பெரியவை. கடல் ஆமைகளில் தலையின் அளவு உடலின் நிறம் ஆகியவற்றில் பால் சார்பான வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஆண்களுக்குத் தடித்த நீண்ட வால் உண்டு. வாலின் கீழ்ப்பகுதியில் புணர்ச்சி உறுப்பு உள்ளது. புணர்ச்சியின் போது பெண்ணைப் பிடித்துக் கொள்வதற்கு உதவியாக வாலின் நுனியில் அகன்ற செதில்கள், முன் கால்களில் நீண்ட வளைநகங்கள் போன்றவற்றைப் பெற்றுள்ளன.

பறவைகளில் பால் ஈரமைப்பு. பறவைகளில் பால் சார்ந்த வேற்றுமைகள் வண்ணம், உடல் அளவு, இறகுகளின் வடிவம், அமைப்பு ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பால் சார்பு வேற்றுமைகளுக்கு இயற்கை ஆண்களையே தேர்ந்தெடுக்கிறது. பெண் பறவைகள் பொதுவாக அளவில் சிறியனவாகவும் அழகற்றும் உள்ளன. பகட்டு வண்ணக் கோழிகளில் (pheasant) ஆண் கழுத்தின் பின் பகுதியில் கருமை நிற இறகுக் கொத்துகள் உள்ளன. இவற்றின் முதுகுப் பகுதியில் வெள்ளை நிற இறகுகளும், கருமை நிற வயிற்றுப் பகுதியில் பளபளப்பான நீல நிற இறகுகளும், கன்னம், கால் இவற்றில் சிவப்பு நிற இறகுகளும் உள்ளன. பெண்கள் முதுகுப்புறம் சிவப்பு இறகுகளையும் வயிற்றுப்புறம் இளம் சாம்பல் நிற இறகுகளையும் கொண்டுள்ளன. ஆண் மயில், ஆண் வான்கோழி போன்றவை வால் இறகுகளை விசிறி போன்ற தோகையாக விரிக்கும் தனித் திறன் கொண்டவை. இந்த அமைப்பு பெண் பறவைகளுக்குக் கிடையாது.

வண்ண கோழிகளில் ஆண்கள் உடல் அளவில் பெரியன. இவற்றின் கழுத்து, தொண்டைப் பகுதிகள் ஆழ்ந்த பச்சை நிறமுடையன. உடலின் முதுகுப் பகுதி, வயிற்றுப்பகுதி, பக்கங்கள் ஆகியவை நீலத்திட்டுகளைக் கொண்ட செம்பு சிவப்பு நிறமுடையன. கருப்பு விளிம்புகளைக் கொண்ட சிவந்த வால் பகுதியுடையன. தலையில் பழுப்பும் சிவப்பும் கலந்த இறகுக் கொத்து உள்ளது. கண்களைச் சுற்றிலும் சிவந்த பளபளக்கும் வளையங்கள் உள்ளன. அளவில் சிறிய பெண் கோழிகள் கரும்பட்டைகளைக் கொண்டு வெளிறிய நிறமுடையனவாயுள்ளன. வீட்டுச் சேவல்களுக்கும், கோழிகளுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமைகள் மிகவும் தெளிவானவையாகும். மரங்கொத்திகளில் பால்சார்பு



வேற்றுமைகள், அலகமைப்பு போன்ற பண்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வேற்றுமைகள் அவை வெவ்வேறான உணவுப் பழக்கவழக்கங்களை மேற்கொள்ள உதவியாக உள்ளன. கொன்று உண்ணும் பறவைகளான கழுகு, பருந்து, வல்லூறு போன்றவற்றில் ஆண்கள் அளவில் சிறியனவாகவும், பெண்கள் பெரியனவாகவும் உள்ளன.

பாலூட்டிகளில் பால் ஈரமைப்பு. பாலூட்டிகளில், பால் வேறுபாடு பிறவியிலேயே புற இனப்பெருக்க உறுப்பமைப்பால், (external genitalia) தெளிவாக்கப்படுகிறது. ஆனால், மற்ற முதுகெலும்பிகளில் உயிரிகள் பருவமடைகின்ற வரை பால்கள் தெளிவாக்கப்படுவதில்லை. பாலூட்டிகளில் பால் சார்ந்த வேறுபாடுகள் உடல்வளர்ச்சி, மயிர் வளர்ச்சி, தாடி, கொம்பு கிளைக்கொம்பு ஆகிய அமைப்புகளில் காணப்படுகின்றன. சமூக வாழ்க்கைப் பாலூட்டிகளில் பால் ஈரமைப்பு மிகவும் தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. அளவில் மிகப் பெரியவையாகவும் திறன் மிகுந்தவையாகவும் உள்ள ஆண்கள் ஒங்கு நிலையில் உள்ளன. அளவில் பெரிய ஆண்களே புணர்ச்சியில் முன்னுரிமை பெறுகின்றன. பல மனைவி வழக்கமுடைய இனங்களில் ஆண்கள் உடல் அளவால் பெண்களைவிட மிகவும் பெரியன.

சிங்கங்களில் ஆண்கள் தெளிவான பிடரி முடியைப் பெற்றுள்ளன. பெண் கங்காருகள், கரடி ஆகியவற்றில் பெண் விலங்குகள் அளவில் சிறியன. ஆண் சீல்களில் வாய் முன்பகுதி அகன்று நீண்ட துதிக்கை போல் உள்ளது. ஆண் மாண்கள் கிளைத்த கொம்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆண் யானைகளுக்கு நீண்ட தந்தங்கள் உண்டு. பாலூட்டிகளில் பெண் விலங்குகள் முலைகளையும் கம்புகளையும் பெற்றுள்ளன.

பிரைமேட்டுகளில் பால் ஈரமைப்பு. மேன்மையுள்ள பாலூட்டிகளான பிரைமேட்டுகளில் (primates) பால் ஈரமைப்புகள் மிகவும் விளக்கமாகக் காணப்படுகின்றன. பிரைமேட்டுகளில் ஒரு மனைவி வழக்கமுடைய இனங்களில், ஆண், பெண் விலங்குகளுக்கு இடையே உடல் சார்பு வேற்றுமைகள் பொதுவாக இல்லை. ஆனால் பல மனைவி வழக்கமுடைய இனங்களில் ஆண்கள், பெண்களைவிட அளவில் பெரியன. ஆண் கொரில்லாக்கள் மிகவும் வலிமை யானவை. ஆண் உரங்குட்டான்கள் அளவில் பெரியன. இவற்றிற்கு நீண்ட அடர்ந்த மயிர் உண்டு. தாடி போன்ற அடர்ந்த கழுத்துப்பட்டை காணப்படுகிறது.

மனித இனத்தில் ஆண்கள் பொதுவாக உடல் அளவால் பெரியவர்கள். இவர்களின் மார்பு, அக்குள், கவுட்டிப்

பகுதிகளில் நீண்ட முடி உண்டு. பருவமடையும்போது தாடி, மீசை வளர்ச்சி உண்டாகிறது. மேற்காணும் இரு பால்களிலும் இரண்டாம் நிலைப் பால் பண்புகள் ஏற்படுகின்றன. மனிதர்களில் பால் வரையறையும் பால் ஈரமைப்பும் குரோமோசோம்களின் அடிப்படையில் நடைபெல்கின்றன. ஆண்களுக்கு 44 உடல் குரோமோசோம்களும் (autosomes) (X,Y) பால் குரோமோசோம்கள் ஆக 46 குரோமோசோம்களும் உள்ளன. பெண்களுக்கு 44 உடல் குரோமோசோம்களும் XX பால் குரோமோசோம்களும் ஆக 46 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. எனவே குரோமோசோம்களின் அடிப்படையில் ஆண், பெண் பால்கள் அறுதியிடப்பட்ட முதல்நிலைப் பால் பண்புகளாக, இனப்பெருக்கச் சுரப்பிகளான விந்துச் சுரப்பி, சூல் சுரப்பி ஆகியவை கரு வளர்ச்சியின்போதே வளர்ச்சியடைகின்றன. இச்சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படுகின்ற பால் ஹார்மோன்கள் பின்னர் உயிரியின் தொடர் வளர்ச்சியின்போது, இரண்டாம் நிலைப் பால் பண்புகள் ஏற்படச் செய்கின்றன.

### பால் உணவுக் கலப்படம்

பால் உணவில் செய்யப்படும் கலப்படம் நீர் சேர்த்தல், கொழுப்புச் சத்தை அகற்றுதல், பாலில் இல்லாத பொருள்களைக் குறிப்பாகப் பால் கெடாமல் இருக்கப் பயன்படுத்தும் வேதிப் பொருள்கள், வண்ணக் கலவை ஆகியவற்றைச் சேர்த்தல் இதில் அடங்கும்.

பாலில் நீர் கலந்துள்ளமையைக் கீழ்க்காணும் மாற்றங்களால் அறியலாம். கொழுப்புச்சத்து 3.5%க்குக் கீழும், மொத்தத் திண்மப் பொருள்கள் 12%க்குக் கீழும், தாதுச்சத்து 0.65%க்குக் கீழும் காணப்படும். மேலும் இப்பாலின் உறைநிலை 0.550 ஆகும். அதன் அடர்த்தி எண் 1.027க்குக் கீழே இருக்கும். எனவே, மேலே குறிப்பிட்ட இயற்பியற் பண்புகளைக் கொண்டு பாலில் நீர் சேர்க்கப்பட்டுள்ளமையை அறிந்து கொள்ளலாம். கொழுப்பு நீக்கிய பாலில் நீர் சேர்த்தால், அதன் அடர்த்தி எண் சிறந்த பாலில் உள்ள அடர்த்தி எண்ணையே காட்டும்.

சர்க்கரை, மாவுப் பொருள், பால் பொடி ஆகியவற்றை நீர்த்த பாலில் சேர்த்தால் அதன் அடர்த்தி எண் மிகும். சர்க்கரையைக் கண்டறிய கீழ்க்காணும் ஆய்வினைச் செய்யலாம். சிறிதளவு பாலில் 1 மி.லி. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும், 0.1 கிராம் ரிசார்சினாலும் இட்டுக் கொதிக்க வைத்தால் பால் சிவப்பு நிறமாக மாறினால் அதில் சர்க்கரை கலந்துள்ளது என்பதைக் கண்டு கொள்ளலாம். மாவுப் பொருள் கலந்துள்ள பாலைக் கண்டறிய அதில் நீரை விட்டுக் கலந்து 1 மி.லி% அயோடினைச் சேர்த்தால், பால் நீல நிறமாக மாறும்.

பால் கொட்டிக் கலந்திருப்பின் 10 மி.லி. பாலில் ஒரு சொட்டு ஃபார்மலின் விட்டு 10 நிமிடம் வரை வெப்பக் கலப்பதில் (incubator) 50°C வைத்திருந்தால் வெப்பக் கா. படிதல் ஒரு வகை மணமாகும். பாலில் ஃபார்மலினைக் கலந்திருந்தால் சிறிதளவு நீர் விட்டு ஒரு துளி ஃபெரிக்குளோரைடு மற்றும் அடர் கந்தக அமிலம் சேர்த்தால் இரண்டு நாம்ங்களுக்கு இடையில் உதா நிறம் தோன்றும்.

நெய்யில், தாவர எண்ணெயிலிருந்து எடுக்கப்படும் கொழுப்பைச் சேர்க்கின்றனர். இந்தக் கலப்படத்தை புடாயன் (Bhudaayan) ஆய்வு மூலம் அறியலாம். நெய்யில் வனஸ்பதி கலந்திருந்தால், அதில் ஃபர்புயராலை ஒரு சொட்டு விட்டால் இளம்சிவப்பு நிறம் வரும். வனஸ்பதி கலந்து இருப்பதை நெய்யின் உருகுநிலையை வைத்தும் கண்டுபிடிக்கலாம். தாவர எண்ணெய் கலந்துள்ள வெண்ணெய், 112.71 - 116.4°C இல் உருகும். ஆனால் வனஸ்பதியின் உருகுநிலை 127°C ஆகும். எனவே 117°C க்கு மேல் உருகுநிலை சென்றால் நெய்யில் தாவர எண்ணெய் கலந்திருக்கும். சாதாரணமாக நீரில் நைட்ரேட் இருக்கும். ஆதலால், பாலில் நீர் கலந்திருந்தால் அதனை நைட்ரேட் ஆய்வு மூலம் கண்டறியலாம். இதை ஒரு துல்லியமான ஆய்வு முறையாகக் கருதவியலாது. ஏனெனில் இதன் அளவு அமிலத் தன்மையுடைய நீரையும், குழாய் நீரையும் சேர்த்து இருந்தால் நைட்ரேட் ஆய்வில் அந்தக் கலப்படம் தெரிய வாய்ப்பில்லை.

ஒளிவிலகல் எண்ணை வைத்தும், பாலில் நீர் கலந்துள்ளதா என்பதை அறியலாம். மேலும், தாமிர சல்ஃபேட்டுக் கரைசலைப் பாலில் சேர்த்தால் வீழ்படிவு உண்டாகிக் கரைசலை ஏற்படுத்தும். 20°C பாலில் ஒளிவிலகல் எண் பொதுவாக 36 ஆக இருக்கும். ஆனால் நீர் கலந்த பாலில் அதற்கேற்ப ஒளிவிலகல் எண் குறையும். ஒளிவிலகல் எண் ஒன்று குறைந்தால் 5% நீர் கலந்துள்ளது என்பதைக் குறிக்கும். ஆனால் இவ்வாய்வும் உறைநிலை போன்றே துல்லியமானதன்று. ஏனெனில் பாலிலுள்ள ஊனீர் அதிகமாக அதிகமாக அதற்கேற்ப ஒளிவிலகல் எண்ணும் அதிகரிக்கும்.

உறைநிலை சவ்வுடு அழுத்தத்தைச் பொறுத்ததாகும். ஆதலால் பாலிலுள்ள கொழுப்புக் குமிழ்கள் வாரா. மேலும் அமிலத்தன்மையுடைய பாலில், உப்புக்கள் பிரிந்து வருவதால், இவ்வுறைநிலை கூடுதலாகும் வாய்ப்பு உள்ளது. ஆதலால் இதில் நீர் கலந்தால் துல்லியமான உறைநிலையைக் காண்பிக்கும். 0.01°C அதிகரிப்பு 2% நீர் கலந்தமைக்கு ஈடாகும். சிறந்த பாலில் நீரையும் கொழுப்பு நீக்கிய பாலையும் சேர்த்தால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் காணலாம்.

### கலப்படப்பொருள்கள்

இயற்பிய குணங்கள்	நீர்	கொழுப்பு நீக்கிய பால்	நீர் கொழுப்பு நீக்கிய பால்
அடர்த்தி எண்	↓	↑	சில சமயங்களில் மாற்றம் இல்லை
கொழுப்பு	↓	↓	பெரும் பாதிப்பு இருக்கிறது
திண்மப் பொருள்கள்	↓	↓	↓
கொழுப்பு தவிர ஏனைய திண்மப் பொருள்கள்	↓	சாதாரணமாக மாற்றமில்லை	↓
உறைநிலை	↑	மாற்றமில்லை	↑
ஒளிவிலகல்	↓	மாற்றமில்லை	↓

குறிப்பு: ↑ = உயர்வு ↓ = குறைவு

சாலிசிலிக் அமிலம், போரிக் அமிலம் ஆகியவை கலந்திருப்பின் கண்டறியும் ஆய்வுகள் பின்வருமாறு: சாலிசிலிக் அமிலம் கலந்த பாலை ஈத்தருடன் சேர்த்து அதனைப் பிரித்தெடுத்து 40% ஆல்கஹாலில் கழுவி, வடிகட்டி வடிநீரில் ஒரு துளி ஃபெரிக்குளோரைடு சேர்த்தால் ஊதா நிறம் தோன்றும். போரிக் அமிலம் பாலில் கலந்திருந்தால் சிறிதளவு ஆல்கஹாலும் சிறிதளவு நீர்த்த கந்தக அமிலமும் சேர்த்து, நீலநிறச்சவாலையில் காண்பித்தால் பச்சை நிறம் உண்டாகும்.

பாலில் பென்சாயிக் அமிலம் கலந்திருப்பதையும் சாலிசிலிக் அமிலத்திற்குச் செய்யப்படும் ஆய்வு மூலம் கண்டறியலாம். ஆனால் இதில் இறைச்சி நிற வீழ்படிவு கிடைக்கும். பைகார்பனேட் கார்பனேட் ஆகியவை பாலில் இருந்தால் 10 மி.லி. பாலில் 95% ஆல்கஹாலும் சிறு துளி சிசோட்டிக் அமிலமும் சேர்த்தால் ரோஜா நிறம் தோன்றும். இது பாலில் காரத்தன்மை இருப்பதை உணர்த்தும். இதன் மூலம்



பாலில் கடின நீர் - பெரும்பாலும் கிணற்றுநீர் சேர்ந்திருப்பதை அறிந்து கொள்ளலாம்.

கா. அய்யாத்துரை  
மு. முகம்மது ஹபிபுல்லாகான்

## பால் உணவுத் தொழில் மேம்பாடு

பால் உற்பத்தியாளர் கூட்டுறவு சங்கங்களின் மூலம் உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து பால் சேகரிக்கப்பட்டு நகரத்தில் உள்ள ஒன்றியத்திற்கு அனுப்பப்படுகிறது. அங்குப் பால் சேமிக்கப்பட்டுப் பதப்படுத்தப்படுகிறது. அதன் பின் தூயநோய் நுண்ணுயிரியற்ற பால், பொது மக்களுக்கு வழங்கப்படுகிறது. தேவைக்கு மேலான பால், பால் உணவுப் பொருள்களாக மாற்றப்படுகிறது. இதற்குப் பல்வேறு மேம்பாட்டு நுட்பங்கள் பயன்படுகின்றன.

**பால் மாதிரி.** உற்பத்தியாளர் சங்கங்களில் பால் சேகரிக்கும்போது இத்தகைய பால் மாதிரி (milk samples) எடுக்கப்படுகிறது. மாதிரி எடுப்பதற்கு முன்பு பால் நன்றாகக் கலக்கப்படுகிறது. இல்லையேல் மேற்பரப்பில் ஒதுங்கியிருக்கும் பால் கொழுப்பு, ஆய்வின் முடிவைத் தவறாக்கிவிடக்கூடும். நாள்தோறும் பால் வழங்குபவர்களிடம் ஒட்டு மொத்த மாதிரி சேகரிக்கப்பட்டு, வாரம் ஒருமுறை ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. சேகரிக்கப்பட்ட பால் மாதிரி கெடாமல் இருக்கச் சிறிதளவு ஃபார்மலின் கலந்து வைக்கப்படுகிறது. பிறகு அன்றாடம் சரியான பால் மாதிரி எடுத்து, கலந்து வைத்து வார இறுதியில் ஒட்டு மொத்த மாதிரியைக் கொண்டு ஆய்வு செய்யப்படுகிறது.

**பால் கொழுப்பை அறிதல்.** பால் கொழுப்பை அறிவதற்குக் கெர்பர் முறை (Gerber's method) பயன்படுகிறது. இம்முறையில் இதற்கெனவே உள்ள அளவுக் கருவியில் 10.மி.லி. கெர்பர் கந்தக அமிலமும் 11.மி.லி பால் மாதிரியும் கலக்கப்பட்டு வடிவளவைக் குழாய் (pipette) மூலம் 1 மி.லி அமைல் ஆல்கஹால் சேர்க்கப்படுகிறது. இக்கலவை நன்றாகக் கலக்கப்பட்டபின் 60°F இல் உள்ள நீர்க்குளியலில் ஐந்து நிமிடம் வைக்கப்படுகிறது. பின்னர் மையச் சுழற்றி (centrifuge) மூலம் ஐந்து நிமிடம் சுழற்றப்பட்டு, மீண்டும் 65°F இல் உள்ள நீர்க்குளியலில் வைக்கப்படுகிறது. இறுதியில் அடிப்பகுதியில் படிந்திருக்கும் கொழுப்பு, அளவுக்கருவியில் உள்ள அளவுகளைக் கொண்டு அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது.

**கலப்படம் அறிதல்.** நீர், கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால், சர்க்கரை, மாவுப் பொடி (starch) ஆகியவற்றைக் கொண்டு

பால் கலப்படம் செய்யப்படுகிறது. மேலும் எருமைப்பாலும், பசும்பாலும் ஒன்றாகக் கலக்கப்படுவதுண்டு. ஹன்ஸா ஆய்வு (Hansa test) மூலம் இக்கலவையை அறிந்து கொள்ள முடியும். ஏனைய கலப்படங்களைப் பாலில் உள்ள கொழுப்பின் அளவு, பாலின் உறைநிலை ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

**நோய் நுண்ணுயிரிகளின் அளவை அறிதல்.** உற்பத்தியாளர்களின் கவனக்குறைவால் பாலில் பல்வேறு நோய் நுண்ணுயிரிகள் பெருகுவதுண்டு. பால் மாதிரியில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளை நேரிடையாக நுண்ணோக்கி மூலம் எண்ணியறிதல், மெத்தலீன் நீலம் போன்ற சாயங்களைப் பாலில் கலந்து, அதன் நிறமாற்றத்தைக் கொண்டு அறிதல் போன்ற பல ஆய்வுகள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன.

**அமிலத் தன்மை அறிதல்.** பாலின் மணத்தைக் கொண்டே அதன் அமிலத் தன்மையை அறிந்து கொள்ளலாம். கொதிநிலை உறைதல் (clot on boiling) என்னும் ஆய்வு மூலம் அமிலத்தன்மையை முழுமையாக அறிந்து கொள்ளலாம். ஈதைல் ஆல்கஹால் கொண்டும் இதனை அறிந்து கொள்ளலாம்.

**குளிர வைத்தல்.** கிராமங்களில் சேரிக்கப்பட்ட பால், ஒன்றியங்களுக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. இதற்காக நீண்ட தொலைவு பயணம் செய்ய வேண்டியிருப்பின் வழியில் பால் கெட்டுவிடாமல் இருக்கப் பாலைக் குளிரச் செய்வதுண்டு. குளிர்ந்த நீருள்ள பாத்திரத்தில் பால் குடுவையை வைத்து நீண்ட நேரம் மெதுவாகக் கலக்கிக் கொண்டிருப்பதன் மூலம் பாலைக் குளிரச் செய்யலாம். மேலை நாடுகளில் இதற்கெனப் பெரிய குளிர் கருவி பொருத்திய கொள்கலன்கள் பயன்படுகின்றன.

**குளிரூட்டுதல்.** கொண்டு வரப்பட்ட குளிர்ந்த பால், குளிரூட்டப்பட்டபின் பெரிய கலன்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. சாதாரண கலன்களில் சேமித்து வைத்தால் பாலின் வெப்பம் உயர்ந்துவிடும். இதற்கு 10 செ.மீ. அளவிற்குத் தக்கையால் காப்புச் செய்யப்பட்ட கொள்கலன்கள் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கொள்கலனில் சேமித்து வைக்கப்படும் பாலின் வெப்பம் 12 மணி நேரத்திற்கு 1°C மட்டுமே உயரும்.

**தெளிவித்தல்.** பால் பதன முறை, தெளிவித்தலில் ருந்தே தொடங்குகிறது. இம்முறையில் பாலில் உள்ள வண்டல், ஒரு மையச் சுழலும் தெளிவாக்கி (clarification of milk) மூலம் அகற்றப்படுகிறது. இவ்வண்டலுடன் சின்னஞ்சிறு தேவையற்ற துகள்களும் நோய் நுண்ணுயிரிகளும் அகற்றப்பட்டு விடுகின்றன.

**ஒரு சீராக்குதல்.** ஒரு சீராக்குதல் (homogenisation) என்பது பாலில் உள்ள கொழுப்புக் குமிழிகளைச் சின்னஞ்சிறு குமிழிகளாகப் பிரித்துப் பாலோடு கட்டும் தன்மையைக் குறைக்கச் செய்வதாகும். இந்த செய்முறையால் குறைந்த கொழுப்புச் சத்துள்ள பால் சற்றே கூடுதல் கொழுப்புச் சத்துள்ள பாலைப் போன்று தோற்றமளிக்கும். இதற்கு 60°C அளவுக்குப் பால் சூடாக்கப்பட்டு, மிகச் சிறிய துளையின் வழியே உயர் அழுத்தத்துடன் பீச்சப்படுகிறது.

**ஒருநிலைப்படுத்துதல்.** பாலின் கொள்பொருள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்குமாறு பாலைத் திருத்தி அமைப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது. இத்தகைய பாலைச் சீர்திருத்தியபால் (toned milk) என்பர். இதற்குத் தூய பாலுடன் கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால் உரிய விகிதத்தில் கலக்கப்படுகிறது. எந்த அளவில் தூய பாலும் கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பாலும் கலக்கப்பட வேண்டுமென்பதை அறிவதற்குப் பீர்சன்ஸ் சதுர முறை (Pearson's square) பயன்படுகிறது.

**பாசுரேசன் (Pasteurization).** பாலில் உள்ள நோய் நுண்ணுயிரிகளை அழிப்பதற்கு இம்முறை உதவுகிறது. இது இரண்டு முறைகளில் செய்யப்படுகிறது.

**ஹோல்டர் முறை (Holder method).** இம்முறையில் பால் 62°Cக்குச் சூடாக்கப்பட்டு அதே வெப்பத்தில் 30 நிமிடங்கள் நிறுத்தப்பட்டு மீண்டும் 10°C குளிர வைக்கப்படுகிறது. இதற்கு உட்புறம் மற்றும் வெளிப்புறமென இரண்டு உறைகளையுடைய (pasteuriser) கலன் பயன்படுகிறது. பாலைச் சூடாக்குவதற்கு இரண்டு உறைகளுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியில் சுடுநீரோ நீராவியோ செலுத்தப்படும். இச்செய்முறையின்போது கலனில் உள்ள பால் முழுவதற்கும் ஒரே வகை வெப்பம் கிடைக்கும் பொருட்டு, ஓர் எந்திரக் கலக்கி (mechanical agitator) பாலைக் கலக்கிக் கொண்டிருக்கும். பாலைக் குளிர வைக்க இதே இடைவெளியில் குளிரந்த நீர் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு ஒரே கலனில் இரு பணிகளும் மேற்கொள்ளப்படுமாயின் பாலின் நிலைப்புத் தன்மை குறையும். எனவே குளிர்வித்தலுக்குத் தட்டு வடிவக் குளிர்விக்கும் கருவி பயன்படுவதுண்டு.

**குறுகிய கால உயர் வெப்ப முறை (High temperature short time).** இம்முறையில் பால் 15 நிமிடத்திற்குக் குறைவாக 71°Cக்குச் சூடேற்றப்பட்டு உடனே குளிர்விக்கப் படுகிறது. இது தொடர்ச்சியாகத் தானியங்கி முறையில் செய்யப்படுகிறது. இதன் இயக்கம் மின்சாரத்தின் மூலமாகவும், காற்றழுத்தம் மூலமாகவும் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கலன், இச்செய்முறையைத் தொடங்குவதற்கு முன் 85°C வெப்பமுள்ள சுடுநீரால் 10

நிமிடத்திற்குத் தூய்மை செய்யப்படுகிறது. பின்னர் எந்திரத்தின் உட்புறத்திலும் பால் வெளியேறும் குழாய்களிலும் தேங்கியிருக்கும் சிறிதளவு நீரும், அப்பகுதிகளைத் தளர்த்தி வெளியேற்றப்படுகிறது.

இதற்குப் பின், பால் உள்ளே செலுத்தப்பட்டு 71°C சூடேற்றப்படுகிறது. 73°Cக்கு மேல் சூடேற்றப்படுமாயின் பாலின் பாலேட்டுத் தன்மை பெரிதும் குறைந்து போவதோடு பாலும் தரமிழக்கக்கூடும். எனவே வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவி, இதற்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வெந்திரத்தைச் சரியான முறையில் ஒரு முறை அமைத்துக் கொண்டால் பின்பு இயக்குவது எளிதாக இருக்கும்.

**குளிர்நிலைச் சேமிப்பு (Cold storage).** இவ்வாறு பதப்படுத்தப்பட்ட பால் 10°C க்குக் குறைவான நிலையில் காப்புச் செய்யப்பட்ட கலன்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இக்கலன்களில் பாலை ஊற்றுவதற்கு முன் கலன் நீராவியால் தூய்மை செய்யப்படுகிறது.

**உயர் வெப்பத்தில் காய்ச்சுதல்.** இம்முறையில் பாலினுள் நேரிடையாக நீராவி செலுத்தப்பட்டுத் தூய்மை செய்யப்படுகிறது. இதற்குக் குழாய் வடிவ முன் வெப்ப மூட்டியில் (pre heater) 80°C க்கு பால் வெப்பமூட்டப்பட்டு, பாலில் உள்ள காற்று அகற்றப்படுகிறது. அதன் பின் பால் உயர் வெப்பத்தில் காய்ச்சும் குழாயை அடைகிறது. அங்குக் கூடுதல் அழுத்தத்தோடு கூடிய நீராவி ஒரு நொடிக்கும் குறைவான நேரம் நேரிடையாகச் செலுத்தப்பட்டு 100°C இல் பால் சூடாக்கப்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து 10°C வெற்றிடத்தில் திடீரெனக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. பிறகு பாலில் செலுத்தப்பட்ட நீராவி அகற்றப்பட்டு மீண்டும் குளிர்விக்கப்படுகிறது. அதன் பின் குழைமப் பைகளில் அடைக்கப்பட்டுக் குளிர் அறையில் வைக்கப்பட்டுப் பொது மக்களுக்கு வழங்கப்படுகிறது.

**பால் உணவுப் பொருள்கள்.** இந்தியாவின் வெப்ப நிலையில் தூய பால் மிகக் குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமே கெடாமல் சுவையுடன் இருக்கிறது. எனவே பாலை நீர்ம வடிவில் முழுமையாகப் பயன்படுத்துவதில் கடின மேற்படுகிறது. மேலும் தேவைக்கு மேலான பாலையும் சேமிக்க வேண்டியுள்ளது. ஆகவே தேவைக்குக் கூடுதலான பால் பல்வேறு பால் உணவுப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டு நீண்ட நாள்கள் விற்பனை வசதிக்கேற்பச் சேமித்து வைக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**பாலேடு.** பாலில் மிகுந்து காணப்படும் கொழுப்பு, பால் அசையாமல் வைக்கப்பட்டிருக்குமாயின் மெதுவாக மேலுயர்ந்து பாலின் மேற்பரப்பில் பாலேடாகப் படையும். இவ்வாறு ஈர்ப்பு முறையில் பாலேட்டைப் பிரிப்பதற்கு ஏறத்தாழ 24 மணி



## 176 பால் உணவுத் தொழில் மேம்பாடு

நேரத்திற்கு, அகலமான பாத்திரத்தில் பால் அசையாமல் வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். மேலும் இம்முறையில் 0.5% கூடுதல் கொழுப்பு இழப்பேற்படுவதோடு, பிரிக்கப்படும் பாலேடும் சுவையாக இருப்பதில்லை. எனவே இப்பணிக்குத் தற்போது பாலேடு பிரிப்பான் (cream separator) பயன்படுகிறது. பாலேடு பிரிப்பானில் மையச்சுழற்சி முறை கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில் பிரிக்கப்படும் பாலேடு மிகவும் சுவையாக இருக்கும். தற்காலப் பாலேடு பிரிப்பான் மிகவும் திறமையாகச் செயல்படக்கூடியது. இதன் பாலேடு பிரிக்கப்பட்ட பாலில் 0.01 - 0.03 அளவுக்கு மேல் கொழுப்பு இருப்பதில்லை.

பாலேடு பிரிப்பான் கையால் இயக்கக் கூடியதும், மின்சாரத்தில் இயங்கக்கூடியதும் என இருவகையாக உள்ளது. பாலின் அளவு மிகுந்திருப்பின் மின்சாரத்தில் இயங்கக்கூடிய வகை பயன்படுகிறது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட பாலேட்டில் குறைவான கொழுப்பு இருப்பின் நேரிடையாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. 30-40% கொழுப்புள்ள பாலேடு வெண்ணெய் தயாரிக்கவும் 50% பாலேடு பாலாடைக் கட்டி தயாரிக்கவும் துணை புரியும்.

பாலேடு நீண்டகாலம் கெடாமல் இருப்பதற்காகக் கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பாலேட்டினை ஒருநிலைப்படுத்தி 20% கொழுப்பைக் கொண்டிருக்குமாறு அது மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் 49°Cக்கு முன் வெப்பமூட்டப்படுகிறது. பிறகு 1 ச.செ.மீ. பரப்பிற்கு 175 கி.கி மற்றும் 50 கி.கி அழுத்தத்தில் இரு கட்டமாகச் சீராக்கப்படுகிறது. இதன் பின் சிட்ரேட், பாஸ்பேட் போன்ற நிலைப்படுத்துவான் (stabilizer) கலந்து சிறிய குப்பிகளில் அடைக்கப்படுகிறது. இறுதியில் 114°Cக்கு வெப்பமூட்டி, 18°C இல் குளிர வைக்கப்பட்டு விற்பனைக்கு அனுப்பப்படுகிறது. அதன்பின் இதற்குக் குளிர் கருவிகள் தேவைப்படுவதில்லை.

கெட்டியாக்கப்பட்ட பால். பாலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பங்கு நீர்ப்பகுதியை அகற்றுவதன் மூலம் பாலின் அடர்த்தி மிகைப்படுத்தப்படுகிறது. பின்னர் அதில் சர்க்கரை சேர்த்தோ சேர்க்காமலோ கெட்டியாக்கப்பட்ட பால் உருவாக்கப்படுகிறது. இதில் சர்க்கரை தவிர வேறு எந்தப் பொருளும் கலந்திருத்தல் கூடாது. மேலும் குறைந்த அளவாக 9% பால் கொழுப்பும், 31% பால் திண்மப் பொருள்களும் இருக்க வேண்டும். கெட்டியாக்கப்பட்ட பாலைத் தேவையானபோது நீர் கலந்து தூய்மையான சாதாரண பாலாக்கிக் கொள்ளலாம். இத்தகைய பால், குழந்தை உணவு, ரொட்டி, திண்பண்டங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பாலாடைக் கட்டி (Cheese). இதற்கென வடிவமைக்கப்பட்ட இரண்டு உறைகளுடன் கூடிய பெரிய

கலன்களில், பதப்படுத்தப்பட்ட பால் 21°C க்கு நீராவியால் சூடேற்றப் படுகிறது. பின்னர் பாலின் அமிலத்தன்மை கூட்டப்பட்டு மீண்டும் 30°C இல் சூடாக்கப்படுகிறது. பின்பு 30 நிமிடத்தில் பால் உறைய வைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவான தயிர் ஒரு குறிப்பிட்ட கத்தியால், ஒரே அளவிலான சிறு சிறு துண்டங்களாக வெட்டப்படுகிறது. பின் அக்கட்டி அப்படியே படிய வைக்கப்பட்டுக் கெட்டியாக்கப்படுகிறது. 38-40°C வெப்பத்தை அதிகரித்து இப்படிமம் அமைக்கப் படுகிறது. பின்னர் இதிலுள்ள மோர்த் தெளிவு நீக்கப்படுகிறது. ஒரு சில மணிநேரத்தில் இந்தப் படிமம் கெட்டியாக ஒட்டிக்கொண்டு ஒருவிதக் குழைப் பக்குவத்தை அடையும். அதன் பின் சிறு சிறு கட்டியாக வெட்டப்பட்டு உப்பு சேர்க்கப்படுகிறது. 24 மணி நேரத்திற்கு அழுத்தம் கொடுத்துப் பாலாடைக்கட்டி பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. இறுதியில் 10°Cக்குக் குளிர் அறையில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. பசும்பால், செம்மறி ஆட்டுப்பாலில் இருந்தே பாலாடைக்கட்டி மிகுதியும் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பால் பொடி. பாலைக் குறைந்த வெப்பத்தில் உலர வைத்துப் பால் பொடி (milk powder) தயாரிக்கப்படுகிறது. பால் பொடியைத் தேவையானபோது நீருடன் கலந்து நீர்மப் பாலாக்கிக் கொள்ள முடியும். பால் பொடி தயாரிப்பதால், பாலை நீண்ட காலம் திண்ம வடிவத்தில் சேமித்து வைக்க முடிகிறது. அவசரக் காலத்திலும் பற்றாக் குறையின்போதும் பால் பொடி பெரிதும் பயன்படும். மேலும் குழந்தை உணவுத் தயாரிப்பிலும் இது பெரும்பங்கு கொள்கிறது. பால் பொடி இரண்டு முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது.

தெளித்துலர்த்தும் முறை (spray drying). இம்முறையில் தெளிப்பான் மூலம் கெட்டியாக்கப்பட்ட பாலும் சூடேற்றப்பட்ட காற்றும் ஒரே சமயத்தில் பெரிய உலர்த்தும் அறைக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. மிகவும் மென்மையான உலர்ந்த பால் துகள்கள், அவ்வறையில் தரைப்பகுதியில் உடனே விழுகின்றன. இதன் நறுமணம் கெட்டுவிட வாய்ப்பிருப்பதால், நைட்ரஜன் அல்லது நைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன்- டை ஆக்சைடு வளிமக் கலவையுடன் பால் பொடி அடைக்கப்படுகிறது.

உருளை உலர் முறை (roller drying process). இம்முறையில் மெதுவாகச் சுழலக்கூடியதும், நீராவியால் சூடாக்கப்பட்டதுமான உலோக உருளைகளில் கெட்டியாக்கப் பட்ட அல்லது சாதாரண பால்-மெல்லிய படிவமாக ஓட விடப்படுகிறது. பிறகு மெல்லிய படிவத்தில் உலர்ந்து ஒட்டியிருக்கும் பால் சுரண்டி எடுக்கப்பட்டு, தூளாக்கிச் சலிக்கப்படுகிறது.

**குழந்தை உணவு.** குழந்தை உணவு தயாரிக்கப் பசும்பால் அல்லது எருமைப்பால் அல்லது இரண்டின் கலவை பயன்படுகிறது. இப்பால் சிறிதளவு கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பின் கக்ரோஸ், மால்டோஸ், டெக்ட்ஸ்ரோஸ் போன்ற மாவுப்பொருள்கள், பாஸ்பேட், சிட்ரேட் போன்ற உப்பு வகைகள், வைட்டமின், தாதுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றுடன் தேவையான விகிதத்தில் கலக்கப்படுகிறது. அதன் பின் தெளித்துலர்த்தும் முறை அல்லது உருளை உலர்முறையில் உலர் பொடி தயாரிக்கப்பட்டு, நைட்ரஜனுடன் அடைக்கப்படுகிறது.

**கோவா (Khoa).** கோவா என்பது அரைகுறையாய் உலர்த்தப்பட்ட பால் பொருளாகும். இதற்குப் பாலிலுள்ள திண்மம் 70 - 75% இருக்குமாறு சூடாக்கப்படுகிறது. ஓர் அகன்ற தட்டில் பால் கொதிக்க வைக்கப்பட்டு உடனே பெரிய கரண்டியால் கிளறப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்யும்போது பால் கொழுப்பு திரண்டு, குழம்பு போல் மாறி இறுதியில் கெட்டியான பக்குவத்தை அடையும். இதனுடன் சர்க்கரை சேர்த்து மெழுகுக் காகிதங்களில் பொட்டலமிடப்படுகிறது. இது கோவா இனிப்புத் தயாரிப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

**பால் சர்க்கரை.** பால் சர்க்கரை மோர்த் தெளிவிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இதற்கு மோர்த்தெளிவு கொதிக்க வைக்கப்பட்டு, கொதி நிலையில் எலுமிச்சைச் சாறு சேர்க்கப்படுகிறது. இதனால் பாலிலுள்ள புரதமும் தாதுப்பொருள்களும் திரண்டு அடியில் மண்டிவிடும். இதன் தெளிந்த நீர்ப்பகுதி வடிகட்டி எடுக்கப்படுகிறது. இவ்வடிநீரில் 80% திண்மப் பொருள்கள் இருக்குமாறு சூடாக்கப்படுகிறது. தொடர்ந்து கலக்கப்பட்டு, இறுதியில் குளிர வைக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் மீண்டும் வடிகட்டி உலர்த்தப்படும்போது பால் சர்க்கரை உருவாகிறது. பிறகு குழைமப்பைகளில் அடைக்கப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது. இத்தகைய பால் சர்க்கரை, மாத்திரை தயாரிக்கவும், குழந்தை உணவு தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. தயிர், வெண்ணெய், மோர், நெய் போன்றவையும் தயாரிக்கப்பட்டு அன்றாட வாழ்வில் பயனாகின்றன.

ஆர். கோவிந்தராஜ்

## பால் உணவு நுண்ணுயிரி

பால் மற்றும் பால் பொருள்களில் தீமை பயக்கும் நுண்ணுயிரிகள் வளர வாய்ப்பு இருப்பதால் மனிதர்களில் நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. பல நுண்ணுயிரிகள் பாலும் பால் பொருள்களும் கெட்டுவிடக் காரணமாக உள்ளன. சில நுண்ணுயிரிகள் பால் அ.க.15-12

தயாரிப்பில் நன்மை செய்கின்றன. வெண்ணெய், பாலாடைக்கட்டி, நொதித்த பால் போன்றவற்றில் உள்ள தனிப்பட்ட இனிய மணம் இந்நுண்ணுயிரிகளாலேயே கிடைக்கிறது. எனவே நுண்ணுயிரிகளின் தன்மை, பெருக்கம், கட்டுப்பாட்டு முறைகள் ஆகியவற்றை அறிந்திருப்பது இன்றியமையாதது.

**இயற்கை நுண்ணுயிரிகள்.** தூய்மையாகப் பால் கறக்கப்பட்டாலும் அதில் சில நுண்ணுயிரிகள் இருக்கும். 2 மி.லிட்டரில் 1500 நுண்ணுயிரிகள் இருக்கக்கூடும். இவை உடல் திசுக்களில் வளரக்கூடிய மைக்ரோகாக்கஸ் நுண்ணுயிரிகளும் சில தண்டு போன்ற நுண்ணுயிரிகளும் ஆகும். இவை தீங்கு செய்யாதவை ஆகையால் பாலில் பெரும் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை. பாலின் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சி, முதலில் பாலில் இருந்த நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துள்ளது. பால் கறந்து வைக்கப்பட்ட சில மணி நேரத்தில் பாலில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை சற்றே குறைகிறது என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதற்குப் பாலில் உள்ள வெள்ளையணு, மாறுபட்ட சூழ்நிலை, சில நொதி (enzyme) போன்றவை காரணங்களாகக் கூறப்படுகின்றன. எனினும் பாலின் இந்த நுண்ணுயிரிக் கொல்லிப் பண்பு பாலின் தரத்திற்கும் சேமிப்பிற்கும் உதவுவதில்லை.

**நுண்ணுயிரி வளர்ச்சியில் வெப்பநிலையின் பங்கு.** நுண்ணுயிரி வளர்ச்சிக்குப் பாலின் வெப்பநிலை பெரும்பங்கு காரணமாகிறது. பாலின் உறை நிலையான 31°F வெப்ப நிலையில் பாக்டீரியா வளர்வதில்லை. இவ்வெப்பநிலைக்கு மேல் முதலில் எண்ணிக்கை குறைந்தாலும் பின்னால் நுண்ணுயிரி எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. 70°F வெப்பநிலையில் லாக்டிக் அமில நுண்ணுயிரிகள் வளர்ச்சியடைகின்றன. இதற்கு மேல் 100°F வரை இந்நுண்ணுயிரிகள் மிக வேகமாக வளர்ச்சியடைந்து அமிலத்தையும் வளிமப் பொருள்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன.

**பாலில் வளரும் நுண்ணுயிரிகளின் வகை.** பாலில் வளர்ச்சியடைந்து காணப்படக்கூடிய நுண்ணுயிரிகள் ஆறு வகைப்படும். இவை அமிலத்தைத் தோற்றுவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள், வளிமத்தை உற்பத்தி செய்பவை, நீர்த்துவிடச் செய்பவை, கொழுப்பைப் பிரிப்பவை, நடுநிலையானவை, தீங்கு விளைவிப்பவை என்னும் பிரிவுகளில் அடங்குகின்றன.

**அமிலத்தைத் தோற்றுவிப்பவை.** இவ்வகை நுண்ணுயிரிகள் பாலில் எப்போதும் காணப்படும். இவற்றில் பல இனங்கள் இருந்தாலும் சாதாரணமாகக் காணப்படும் வகை



ஸ்டெரப்டோகாக்கஸ்லாக்டிஸ் ஆகும். இவை பால் சர்க்கரையை லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றுகின்றன. மற்ற இனங்கள் லாக்டோபாசிலஸ், ஆசிடோபைலஸ், லா. கேசியை (l.casici), லா.பஸ்காரிக்ஸ் (l.bulgarics) போன்றவை. இந்நுண்ணுயிரிகள் பால் பாத்திரம் மூலம் பரவுகின்றன.

**வளிமங்களைத் தோற்றுவிப்பவை.** இவ்வகை நுண்ணுயிரிகள் பாலைப் புளிக்க வைப்பதுடன் வளிமங்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவற்றின் முதன்மை இனங்கள் எஸ்செரிச்சியா கோலை, எரோபாக்டர் எரோஜினஸ் (aerobactor aerogenis) ஆகியவை. இவை குளுகோஸ் மற்றும் லாக்டோசினைக் கொதிக்க வைத்து அமிலத்தையும் வளிமங்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை பொதுவாக மனிதர்களின் குடலில் இருந்து நோய் ஏற்படுத்தும் தன்மை கொண்டவை.

**நீர்த்துவிடச் செய்பவை.** இவை பாலில் உள்ள புரதங்களைக் கரைத்துப் பாலைத் தயிர் போல் செய்துவிடுபவை. அதிக அமில உற்பத்தியின்றிப் பால் தயிராவது இனிப்புத் தயிராதல் எனப்படுகிறது. இம்முறையில் பால் புரதமான கேசின் நீரில் கரையக்கூடிய பொருள்களாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த இனங்களில் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் லிக்ஷபேசியன்ஸ் எனப்படும் நுண்ணுயிரி மிகுந்துள்ளது.

**கொழுப்பைப் பிரிப்பவை.** இந்நுண்ணுயிரிகளின் விளைவால் பாலில் கெட்டுப்போன மணமும் கசப்புச்சுவையும் ஏற்படும். சூடாமோனஸ் பிளோரசென்ஸ், பேசிலஸ் சம்டிலிஸ், ஓடியம் லாக்டிஸ், பென்சிலியம் போன்றவை காணப்படுகின்றன. கொழுப்பைப் பிரிக்கக்கூடிய திறன் 10°C வெப்பத்தில் மிகுந்துள்ளது.

**நடுநிலை நுண்ணுயிரிகள்.** இவை நன்மையோ தீமையோ எதுவும் செய்வதில்லை. பாலின் தரத்தையும் பாதிப்பதில்லை. இவை வட்ட வடிவ நுண்ணுயிரி இனத்தைச் சேர்ந்தவை.

**தீங்கு தருபவை.** தற்போதைய பால் பதனிடும் முறைகளால் காசநோய் (bacillus tuberculosis) நுண்ணுயிரிகள், புருசெல்லா மெலிடென்சிஸ் (brucella melitensis) நுண்ணுயிரிகள் தவிர மற்றவை பாலில் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் தீங்கு விளைவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள் வளருவதற்குப் பால் ஏற்ற பொருள் என்பதால் சிறிதளவு பாதிக்கப்பட்ட பால் பெரிய அளவில் உள்ள தூய பாலுடன் சேர்க்கப்பட்டால் பால் முழுமையாகக் கெட்டுவிடும். இந்நுண்ணுயிரிகள்

இருவிதங்களில் பாலில் காணப் படுகின்றன. முதல்வகை, பசுவிலிருந்தே பாலுக்கு வரும். இரண்டாம் வகை பால் கறப்பவர், பாலைக் கையாள்பவர் ஆகியோரால் உருவாகும்.

**காடியும் பூசணமும்.** பாலில் சில விளைவுகளை இவை ஏற்படுத்துகின்றன. காடி, சக்காரோமைசிஸ் இனம் டாருலா இனம் என இருவகைப்படும். முதல் வகைக் காடி பால் சர்க்கரையைப் பாதிப்பதால் பால் மற்றும் பால் பொருள் உற்பத்தியில் இன்றியமையாதது. சக்காரோமைசிஸ் ப்ரெஜிலிஸ், ச. பிளோரோ லாக்டிஸ் ஆகிய இனங்கள் பால் சர்க்கரையை நொதிக்கச் செய்கின்றன. இதனால் இவை சில பால் பானங்களான யோகர்ட், கேபிர், குமிஸ் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன. ஆனால் டாருலா இனக் காடியே பெரும்பாலும் பால் சர்க்கரையை நொதிக்க வைத்து அமிலம், வளிமம், ஆல்கஹால் போன்ற பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும். மேற்கூறப்பட்ட இனங்களில் இவ்விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. டாருலா கிரிமோரிஸ், டா. ஸ்பெரிகே இனங்கள் பால் சர்க்கரையைக் கொதிக்க வைத்துக் கார்பன் டை ஆக்சைட்களை உற்பத்திச் செய்யும். டா.அமரா இனம் பாலில் கசப்பை ஏற்படுத்துகிறது. சில டாருலா இனங்கள் கொழுப்பைப் பிரிக்கக்கூடியவை. இவை வெண்ணெயில் தீய பாதிப்புகளை உண்டாக்கக் கூடியவை.

பூசண வகைகளும் பாலில் வளர்ந்து தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. மியூகார் எனப்படும் கறுப்பு நிறப் பூசணம் பால் புரதத்தினையும் கொழுப்பையும் பாதித்து வெண்ணெய் மற்றும் பாலாடைக் கட்டியில் தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. பெனிசிலியம் எனப்படும் பச்சைப் பூசணம் பாலைடைக் கட்டியில் வளரக்கூடியது. பெ.கிளாகம், பெ.ராகுபோர்ட்டி இனங்கள் பால் புரதமான கேசினைச் செரிமானமடையச் செய்து பாலாடைக் கட்டிக்குத் தனிப்பட்ட மணம் கொடுக்கின்றன. பூசணம் பெ. கேமம்பர்டி, கேமம்பர்ட் ஆகியன பாலாடைக்கட்டியின் தயாரிப்பில் உதவுகின்றன. கிளாடோஸ் போரியம் இனங்கள் பாலாடைக் கட்டியில் நிறமாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

பாலில் வளரக்கூடிய நுண்ணுயிரிகளில் சில இனங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இவற்றில் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் லாக்டிஸ், லாக்டோ பேசிலஸ் இனங்கள் சிறப்பு மிக்கவை. ஸ்லாக்டிஸ், பால் புளித்துத் திரியக் காரணமான நுண்ணுயிரி ஆகும். புளித்த பாலும், பாலேடும் வேறு எதற்கும் பயன்படாது என்பதால் இந்நுண்ணுயிரியின் பாதிப்பு பெரும் பொருளாதார இழப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆனால் சில பால் பொருள் உற்பத்தியில் இந்நுண்ணுயிரிகள்

உதவியமையால் இவை நன்மை, தீமை இரண்டும் பயப்பவை எனலாம்.

இவை அமிலத்தை உற்பத்தி செய்வதால் பாலேடு தயாரிப்பு, வெண்ணெய்த் தயாரிப்பு, பல நொதித்தல் பொருள்களுக்கு இந்நுண்ணுயிரிகள் தேவைப்படுகின்றன. இவை பசுக்களின் உடலிலிருந்து பாலில் வெளியேற்றப்படுவதில்லை. பால் பாத்திரம், பால் கறப்பவர்களின் கைகள், கொட்டிலில் காற்று போன்றவற்றால் இவை பரவுகின்றன.

லாக்டோ பேசிலஸ் இன நுண்ணுயிரிகள் இரு பிரிவுகளாக உள்ளன. முதல்பிரிவு நுண்ணுயிரிகள் பால் சர்க்கரையிலிருந்து பல்வேறு பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இரண்டாம் பிரிவு இனங்கள் பால் சர்க்கரையிலிருந்து லாக்டிக் அமிலத்தை மட்டும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் தயிர், பாலாடைக் கட்டித் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன.

தூய்மையான பால் உற்பத்தி, முறையான பால் போக்குவரத்து ஆகியவை இந்நுண்ணுயிரியின் வளர்ச்சியினைத் தடுக்கின்றன. இவை வளராவண்ணம் தடுக்கவே பால் குளிர வைக்கப்பட்டு அனுப்பப்படுகிறது. பால் வழங்கப்படும் முன் பதப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே தீங்கற்ற பால் உற்பத்தி, பால் உணவு நுண்ணுயிரி பற்றிய தெளிவு ஆகியன இன்றியமையாதவை.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால் உணவு மாடு

இந்தியாவில் குறிப்பாக 26 வகையான பசு இனங்களும், 6 வகையான எருமை இனங்களும் உள்ளன. பசு மாடுகளும் எருமை மாடுகளும் பால் கறப்பதற்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன. காளை மாடு உழவுத் தொழிலுக்கும் வண்டி இழுப்பதற்கும் துணை புரிகிறது. இதனால் இந்தியாவில் மாடு பாலிற்காகவும் இறைச்சிக்காகவும் பெரும்பாலும் வளர்க்கப்படுவதில்லை. காங்கு, ஹிசார், மால்வா, சிந்தி, தார்பார்க்கர், ஹரியானா, ஒங்கோல், தியோன், கிர், காசிவால், ஹலிகார், ஆலம்பாடி, அமிர்தமஹால், பர்கூர், காங்கேயம் போன்ற குறிப்பிடத்தக்க பசு இனங்கள் பாலிற்காகவும் காளை மாடுகள் வேலைக்காகவும் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஜாப்பாடி, மெஹ்சானா, முர்ரா, நாக்பூரி, நீலி, சுர்தி போன்ற எருமை இனங்கள் பாலுக்காக மட்டும் வளர்க்கப்படுகின்றன.

அ.க.15-12அ

இந்தியாவில் பால் கறக்காத மாடு, வேலைக்கு ஆகாத மாடு மட்டுமே இறைச்சிக்காக அறுக்கப்படுகின்றன. அயல் நாட்டில் உணவுக்காகவும், பாலுக்காகவும் மட்டுமே மாடுகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. அயல்நாட்டில் ஜெர்சி, பிரிசியன், கார்ன்சி, ரேட்டேன் போன்ற இன மாடுகள் பாலுக்காக மட்டும் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஜெர்சி, பிரிசியன் இனக் காளைகளை ஜெர்மனியிலிருந்து வாங்கித் தமிழ்நாட்டில் கலப்பினப் பசு இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஹெரிபோர்ட், பிரௌன் சுவீஸ், ஆபர்டன் ஆன்கஸ், ரெட்போல் சிமெண்ட்ஸ் போன்ற இனங்கள் அயல் நாட்டில் பாலிற்காகவும் உணவிற்காகவும் வளர்க்கப்படுகின்றன. அயல்நாட்டில் புற்களும் காயவைக்கப்பட்ட புற்களும் மிகுதியாக இருப்பதால் மாடுகள் இறைச்சி வளம் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

இரா. வசந்தகுமார்

## ஃபால்கனிஃபார்மிஸ்

இது அண்டார்ட்டிக்காவைத் தவிர்த்த உலகின் பிற பகுதிகள் அனைத்திலும் காணப்படும். ஊனுண்ணும் பிரிவினைச் சார்ந்த பறவை ஆகும். பருந்து, கழுகு, பிணந்தின்னிக் கழுகு ஆகியவை இப்பிரிவில் அடங்கும். இவற்றுள் 35 கி. எடை கொண்ட குள்ளல்குடும் 14 கி. எடையுள்ள ஆண்டியன் மலைப் பிணந்தின்னிக் கழுகு மறுமுனையிலும் அமைந்துள்ளன. ஆஸ்திரேலிய நாட்டு ஆப்புமுனைவால் கழுகு, ஆண்டியன் மலைப் பிணந்தின்னிக் கழுகு, கலிஃபோர்னியாப் பிணந்தின்னிக் கழுகு ஆகியவற்றின் விரித்து வைக்கப்பட்ட இறக்கைகளின் இரு முனைகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு 3 மீ. நீளம் இருக்கும். இவற்றைப் போன்று மிகப்பெரிய வலிமை கொண்டவையாக ஃபிலிப்பைன் நாட்டுக் குரங்கு தின்னும் கழுகு, தென் அமெரிக்காவின் ஹார்ப்பி கழுகு, ஆப்பிரிக்க நாட்டுக் கொண்டைக் கழுகு ஆகிய பிணந்தின்னிக் கழுகுகள் தவிர்த்த பிற இனங்கள் அனைத்துமே உயிருள்ள சிறு விலங்குகளை இரையாக்கிக் கொள்கின்றன. அதற்கேற்ப வளைந்த கூர்மையான அலகும், கால் நகங்களும் இவற்றில் காணப்படுகின்றன. பெரும் பசியின்போது இரைக்காகச் சில விலங்குகளைக் கொல்லும் இப்பிரிவுப் பறவையினங்களின் இயல்பும், உயிருள்ளவற்றைக் கொல்லாமல், இறந்த விலங்குகளின் சடலத்தை மட்டுமே இரையாக்கிக் கொள்ளும் பிணந்தின்னிக் கழுகுகளின் இயல்பும் குறிப்பிடத்தக்கவை.



ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களைப் பிற பிரிவுகளைச் சேர்ந்த பறவை இனங்களுடன் ஒப்பிடுகையில் இயல்பாகவே எண்ணிக்கையில் மிகவும் குறைந்து காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலானவை எளிதில் கண்ணுறத்தக்க பெரிய உருவத்தையும், விரைந்தும் நளினமாகவும் பறக்கும் இயல்பையும் பெற்றிருப்பதால் இவற்றையும் பிறவற்றிலிருந்து எளிதில் வேறுபடுத்தலாம். சமுதாயக் கூட்டமாகக் கூடித்திரியும் ஒவ்வோர் இணையும் பரந்த நிலப்பரப்பைத் தம் வாழ்விடமாகக் கொள்கின்றன. சில இனங்களில் அது 15 ச.கி.மீ பரப்பளவாக இருக்கக்கூடும். அதே சமயத்தில் ஸ்காட்லாந்து நாட்டுப் பொன்னிறக் கழுகு இனத்தில் ஒவ்வோர் இணையும் ஏறத்தாழ 4,400 ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பைத் தம் எல்லையாக கொண்டுள்ளன. இப்பகுதியின் பரப்பு அங்குக் கிடைக்கும் இரைக்கேற்ப அமைவதில்லை.

பார்வையும் செவிப்புலனும் மிகச் சிறப்பாக அமையப்பெற்ற ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்கள் பகலில் இரைதேடி வேட்டையாடும். ஆனாலும் சில பிணந்தின்னிக் கழுகுகள் புலிகளால் கொல்லப்பட்ட விலங்குகளின் பிணத்தை இரவில் கொத்தி விழுங்கி உண்ணும். இள வெப்பமான நாள்களில் 2 மணி நேரத்திலேயும், இரை குறைந்துள்ள குளிர் மண்டலப் பகுதிகளில் குறிப்பாகக் குளிர் காலங்களில் 5 - 7 மணி நேரத்திலேயும் இரை தேடும். ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பறவைகளின் பசித்தீவிரமும் கொல்லப்படும் விலங்கின் பருமனுமே அடுத்த முறை வேட்டையாட வேண்டிய தேவையை அறுதியிடும். பெரும்பாலான இனங்கள் ஒவ்வொரு நாளும் இரைதேடித் திரிகின்றன. ஆனாலும் முன்கூட்டியே பல நாள்களுக்குத் தேவையான இரையை விழுங்கிக் கொள்ளும் சில இனங்களும் உண்டு. பெரும்பாலானவை உயரமான பகுதியில் அமர்ந்தபடியே இரையாகக் கூடிய விலங்குகளின் நடமாட்டத்தை எதிர்பார்த்துக் காத்திருக்கின்றன. வேறு சில இனங்கள் வானத்தில் வட்டம் அடித்தபடியோ, வானத்தில் சுற்றுவதோ நிலைத்து நின்றபடியோ குறிபார்த்து இரையைப் பாய்ந்து பிடிக்கும். தேன்பருந்து வல்லாறுகளின் ஓர் இனம், புள்ளிக் கழுகு ஆகியவை நிலத்தில் நடந்து திரிந்து இரை தேடி உண்ணும். ஆனால் ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் எழுத்தர் பறவையினம் வாழ்நாள் முழுவதும் தரையிலே இரை தேடி வாழும். இவை 4000மீ. உயரத்திலும் பறந்து திரியக் கூடியவை. உல்லாசமான இயல்பைக் கொண்ட பால்கனி ஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவையினங்கள், பசி உணர்வு மறைந்தவுடனேயே வானின் உயரத்தில் ஏறி இறக்கைகளைச் சிறிதும் அசைக்காமல் காற்றில் மிதந்து தனித்தே சுற்றித் திரிவதுண்டு.

அந்திவேளையில் இவை இயல்பாகவே இரவைக் கழிக்கும் பகுதிகளை நோக்கிப் பறந்து செல்கின்றன. இனப்பெருக்கம் செய்யாத காலங்களில் தனித்து இரை தேடியும் இணைப்பறவைகள் மாலை நேரங்களில் மட்டுமே சந்தித்துக் கொள்வதுண்டு. பிணந்தின்னிக் கழுகுகள் 15 கி. அப்பாலிருந்தும் கூட ஒவ்வொரு நாளும் இரவைக் கழிக்கும் அதே பகுதியை நாடி வந்துவிடுகின்றன. இருட்டிய பின்னர் ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்கள் இறகுகளுக்குள் தலையை மறைத்துக் கொண்டோ, கழுத்தை வளைத்து மார்போடு படிய வைத்தபடியோ தூங்குகின்றன. இரவில் இடர்ப்பாடுகள் இருப்பின் தற்காப்பிற்காகப் பாதுகாப்பான தொலைவிற்குப் பறந்து தப்பிச் சென்றுவிடும். விடிந்தவுடன் இரைதேடவோ, உல்லாசமாகப் பறந்து திரியவோ முனையும். அவை புறப்படும் முன்னர் ஒவ்வோர் இறகையும் அலகால் கோதி விட்டுப் படிமானம் செய்து கொண்டும் முதல் நாள் விழுங்கிய இரையில் செரிக்காமல் வயிற்றினுள் எஞ்சியுள்ள முடி, இறகு, பூச்சிகளின் கடினமான உடல் உறுப்புகள் ஆகியவற்றைத் துப்பியும், எச்சத்தைக் கழித்துக் கொண்டும் காலைக் கடன்களை முடித்துக் கொள்கின்றன. இறகுகளைக் கூர்மையான கால் நகங்களால் கோதிக்கொள்வதோடு படிந்துள்ள இறகுகள் அனைத்தையும் சிலிர்த்து உதறிக் கொள்ளும் இயல்பும் ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களிடம் காணப்படுகிறது. சூரிய உதயத்தினால் வெப்பமடைந்த காற்று உயரே எழுப்பும் வரை பறக்க இயலாத பிணந்தின்னிக் கழுகுகளைப் போலல்லாமல் பேட்லர் எனப்படும் கழுகு இனம் மட்டும் விடிகாலையிலேயே புறப்பட்டுப் பகலின் பெரும்பகுதியில் 30-45 கி.மீ. தொலைவில் பறந்து திரிகின்றன. மிகப்பெரிய சில இனங்கள் ஒருநாளில் 4-6 மணி நேரம் மட்டுமே பறந்து திரிவதுண்டு.

ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களுள் பெரும்பாலானவை நிரந்தர இணைகளாகவே கூட வாழ்கின்றன. ஆனால் வலசை செய்யும் இனங்கள் மட்டும் ஒவ்வோர் ஆண்டும் இணைகளை மாற்றிக் கொள்வதுண்டு. இனப் பெருக்கக்காலம் சிறிய இனங்களுக்கு 3 மாதங்களும் பிணந்தின்னிக் கழுகு, கொண்டைக் கழுகு, ஹார்பிக் கழுகு ஆகிய பெரிய இனங்களுக்கு 15 மாதங்களும் ஆகும். இக்காலத்தில் பெரும்பாலான இனங்கள் ஒன்றையடுத்துப் பிறிதொரு முறை இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. மாறாக, நாடோடிகளைப் போல் திரியும் ஈலானின் பருந்து இனம் மட்டும்தான் எலிகள் மிகுந்த சுற்றுப்புறத்தில் வாழும்போது அடுத்தடுத்துப் பலமுறை முட்டையிட்டுப் பல தலைமுறைகளை உருவாக்குகின்றன.

ஒவ்வோர் ஆண்டும் புதிய கூடுகளைக் கட்டிக்கொள்ளும் இயல்பைச் சிறிய இனங்களிடம் காணலாம். அக்சிப்பிட்டரிடி, பான்டியோநிடி, சஜிட்டாரிடி, காரகாரா ஆகிய வகுப்புகளுக்குள் அடங்கிய இனங்கள் சிறு குச்சிகளை அடுக்கிக் கூடுகட்டிக் கொள்கின்றன. சில இனங்கள் ஒவ்வோர் ஆண்டும் அக்கூட்டில் மேலும் மேலும் குச்சிகளைச் சேர்த்து வருவதால் நாளடைவில் மிகப்பெரிய அளவை அது அடைந்துவிடும். ஒரே சமயத்தில் பல கூடுகளை அமைத்துக் கொண்டு எச்சத்தாலும், எலும்பாலும், மாசு மிகுந்த கூட்டை விட்டு மழையாலும், வெயிலாலும் தூய்மையான மற்றொரு கூட்டைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் பண்பும் பெற்றுள்ளன. ஒரே கூட்டைத் தொடர்ச்சியாகப் பயன்படுத்தும் இயல்பை விராலடிப்பான் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக 1896 ஆம் ஆண்டில் ஆஸ்திரிய நாட்டு ஆய்வுக்குழுவினர் ஈலாத் வளைகுடாவின் தென்பகுதியிலுள்ள ஸ்நப்பீர் என்னும் தீவில் விராலடிப்பான் கூட்டைக் கண்டுள்ளனர். ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவின் பெரும்பாலான இனங்கள் மரத்திலோ, மலைமுகட்டு விளிம்பிலோ, தரையிலோ கூடுகட்டிக் கொள்கின்றன. கூடுகட்டிக் கொள்ளாத இனங்களும் உண்டு. அவை மரப்பொந்து, பிற பறவைகள் பயன்படுத்தி விட்டுச் சென்ற கூடு, கட்டிடம் அல்லது மலைமுகட்டு விளிம்பில் குவிந்து கிடக்கும் குப்பை ஆகியவற்றிலும் முட்டையிட்டுக் கொள்கின்றன.

கழுகுகளைப் போன்றே பெரும்பாலான இனங்கள் ஒரே முட்டையையும் சில இனங்கள் மட்டும் ஒன்றுக்கொன்று 3 அல்லது 4 நாள்கள் இடைவெளியில் 4 முட்டைகளையும் இடுவதுண்டு. ஆனாலும் முதல் முட்டை இட்டவுடனேயே அடைக்காக்க அமர்ந்துவிடுகின்றன. அப்பணியை முழுக்க முழுக்கப் பெண் பறவையே ஏற்றுக் கொண்டாலும் ஆண்பறவைகளும் சில வேளைகளில் பங்கேற்பதுண்டு. அடைக்காக்கும் காலம் சிறிய இனங்களுக்கு 28 நாள்களாகவும் பிணந்தின்னிக் கழுகு இனத்திற்கு உயரளவாக 50 நாள்கள் வரையும் இருப்பதுண்டு. ஒன்றுக்கும் மேல் முட்டைகளை இடும் இனங்களில் இறுதியாக இடப்பட்ட முட்டையிலிருந்து குஞ்சு வெளிவரும்போது முன்னதாகவே வெளிப்பட்டுவிட்ட குஞ்சுகள் பன்மடங்கு வளர்ச்சியடைந்த நிலையிலேயே காணப்படுகின்றன. மேலும், இளம் குஞ்சைக் கொத்திக் காயப்படுத்தியோ, கிடைக்கும் இரை அனைத்தையும் தானே தின்று மற்றதைப் பட்டினி போட்டோ சாகடித்துவிடும். பெற்றோர்ப் பறவைகள் அப்போது எத்தகைய தலையீடும் காட்டுவதில்லை.

ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களில் முட்டைகள் வெள்ளை, பச்சை, பழுப்பு, செம்பழுப்பு ஆகிய வண்ணங்களிலோ, புள்ளிகளால் சூழப்பட்டோ காணப்படும். பிணந்தின்னிக் கழுகின் முட்டை ஓட்டு உட்பகுதி இளமஞ்சளாகவும், அக்சிப் பிட்டரிடி, சஜிட்டாரிடி, பேண்டியோனிடி ஆகிய பறவைகளில் நீலம் அல்லது நீலம் கலந்த பச்சையாகவும் பால்கனி பகுப்புப் பறவையில் அழுக்கு மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு வண்ணத்திலும் இருக்கும். ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களின் உடல் பருமனுக்கும், அவை வாழும் பகுதிகளின் பருவநிலை களுக்கும் ஏற்ப அவற்றின் வாழ்நாள் நான்கு பருவங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவையாவன:

முட்டையிலிருந்து வெளிப்பட்டதிலிருந்து கூட்டைவிட்டுப் பறந்து செல்வது வரையான முதற் பருவம். சிறிய இனங்களுக்கு 23 நாள்களும், கழுகு, பிணந்தின்னிக் கழுகு ஆகியவற்றிற்கு 120-130 நாள்களுமாக அமைந்துள்ளது. மென்தூவியால் சூழப்பட்ட நிலையில் முட்டையிலிருந்து வெளிப்படும் குஞ்சுகள் ஏறத்தாழ 40 மடங்கு வளர்ச்சியை இப்பருவத்திலேயே அடைந்துவிடுகின்றன. தொடக்கத்தில் பெற்றோர்ப் பறவைகள் இவற்றிற்கு இரையை ஊட்டிவிடுகின்றன. பின்னர் கூட்டில் கொண்டு வந்து போடப்படும் இரையைத் தாமாகவே கிழித்து விழுங்கிக் கொள்கின்றன. வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளின் வேனிற்காலப் பகற்பொழுதின் அளவினைப் போலுத்து அவற்றின் வளர்ச்சிப் பருவம் அமைகிறது.

கூட்டிலிருந்து வெளியேறிய பின்னர் அதன் அருகில் வாழும் பருவம். இக்காலத்திலும் பெற்றோர்ப் பறவைகள் இவற்றிற்கு இரை தேடிக் கொடுத்துத் துணை செய்கின்றன. இப்பருவத்தில் முதல் 3-8 வார காலத்தில் பறந்து திரியப் போதுமான வலிமை குஞ்சுகளிடம் காணப்படுவதில்லை. எனவே உடல் வளர்ச்சியைவிடப் பறக்க இன்றியமையாத இறகுகளே இப்பருவத்தில் முளைக்கின்றன. கொண்டைக் கழுகு, பிணந்தின்னிக் கழுகு ஆகிய இனங்களில் இப்பருவம் ஏறத்தாழ 9-10 மாதங்கள் வரையிருக்கும்.

இளமைப் பருவம். பெற்றோர்ப் பறவைகளைச் சார்ந்திராமல், தனித்துத் திரியும் இளமைப் பருவத்தில் இறகுகளின் வண்ணம் முதலியவற்றிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டுக் காணப்படும். வலசை செய்யும் இயல்பு இப்பருவத்திலேயே சில இனங்களில் காணப்படுகிறது. குளிர் மண்டலத்தில் வாழும் இத்தகைய இனங்களில்



பெரும்பாலானவை இறப்பதைக் கால் வளையமிடும் முறையில் கண்டறிந்துள்ளனர். இனப் பெருக்கத்திற்கான முதிர்ச்சியடைதல் இனங்களுக்கேற்ப மாறுபடுகிறது. சிறு வல்லாறு, லகுடு, பருந்து ஆகிய இனங்களில் 9 மாதங்களும், பிற பெரிய இனங்களில் பல ஆண்டுகளும், பிணந்தின்னிக் கழுகு இனத்தில் 7 ஆண்டுகளும் நிறைந்த பின்னரே அவை இனப்பெருக்கத்திற்கான முதிர்ச்சியைப் பெறுகின்றன. பெரும்பாலான இனங்களில் இனப்பெருக்க பருவம் 13-16 வயது வரை நீடிப்பதுண்டு. ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவை இனங்களின் வாழ்நாள் சராசரியாக 3 - 55 ஆண்டுகள் ஆகும்.

இரை பெற்றுக் கொள்ள மனிதனுடன் போராடும் பறவைகள் பெரும்பாலும் ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவைச் சார்ந்தவையாகவே இருப்பினும் பயிர்களை அழிக்கும் முயல், எலி, காடை, கௌதாரி, வெட்டுக்கிளி ஆகியவற்றை அழிப்பதில் அவற்றின் பணி குறிப்பிடத்தக்கது. ஏறத்தாழ 1,200 கிராம் எடையுள்ள இப்பிரிவுப் பறவைக்கு நான் ஒன்றுக்கு அதன் உடல் எடையில் 8% இரை தேவைப்படுவதால், ஓராண்டிற்குத் தேவையான 36 கி.கி. எடையுள்ள இரையோடு வீணாக்கப்படும் ஏறத்தாழ 15% சேரும்போது 41 கி. கி. எடையுள்ள பல வகை விலங்குகளை அழிக்கிறது. உயிரினங்களின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தி நிலையாக வைத்துக் கொள்ளும் இயற்கை முறையில் ஈலானினி, பெர்னினி, மில்வினி ஆகிய பருந்து வகைகளும், பூச்சிகளை மட்டுமே இரையாக்கிக் கொள்ளும் சிறிய லகுடு போன்றவையும் முதன்மையான பங்கு பெறுகின்றன. கோழி, புறா, மீன் ஆகியவற்றை வளர்க்கும் பண்ணைகளில் ஃபால்கனிஃபார்மிஸ் பிரிவுப் பறவைகளினால் அழிவேறப் படுவதாகக் கருதப்பட்டாலும், கிழக்கு ஆப்பிரிக்கப் புல் வெளிப்பகுதிகளில் மேற்கொண்ட ஓர் ஆய்வின்படி இப்பிரிவுப் பறவைகளால் 86% பயனும் 3% தீங்கும் விளைவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். ஏறத்தாழ 10 இனங்கள் உலகம் முழுவதும் பொழுதுபோக்கிற்காக வேட்டையாடப்படுகின்றன. அவற்றுள் பொரிலகுடு, கிர்லகுடு, பிரெய்ரி லகுடு ஆகியவையும் வல்லாறு, தென்னிந்தியப் பெஸ்ரா, சிறு வல்லாறு, சிவப்புவால் வல்லாறு, இந்தியக் கொண்டைக் கழுகு ஆகியவையும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

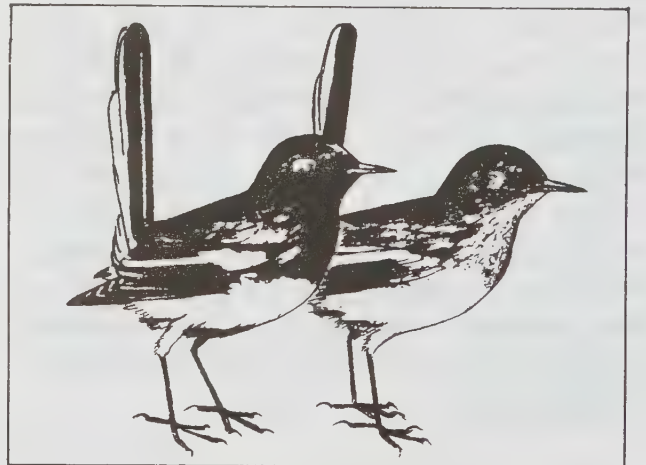
எஸ். ஏ. செல்லப்பா

## பால்காரிக் குருவி

இது டிரூடிகே உட்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நீண்ட வாலோடு கூடிய கருப்பு, வெள்ளை பறவையாகும். உருவில் கொண்டைக் குருவி

அளவினதான பால்காரக் குருவி (magpie - robin) பளபளக்கும் கருப்புத் தலையும், கரும்பழுப்பு நிற உடலும் கொண்டது. இதன் வால் இறகுகள் வெள்ளையாக இருக்கும். கொண்டையும் மாப்பும், கருப்பு நிறமாகவும், வயிறு வெள்ளையாகவும் இருக்கும். பெண்ணின் தலையும் உடலும் ஆணைப் போல ஆழ்கறுப்பாக இராமல் சிலேட்டு நிறமாகவும் கொண்டையும் மாப்பும் சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். இது மக்கள் நடமாட்டம் உள்ள வீட்டுத் தோட்டம், புல்வெளி, பூங்கா, மூங்கில் புதர் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தும் தனித்தும் இணையாகவும் மக்களைக் கண்டு அஞ்சாமல் ஓடியாடிப் புழு பூச்சிகளை இரை தேடி உண்ணக்கூடியது. நகர்ப் புறங்களிலும் இது ஆங்காங்கே காணப்படும். இறக்கைகள் உடலின் இருபுறமும் சற்றே தொங்கியபடி இருக்க வாலை அடிக்கடி நியிர்த்தியபடி அங்கும் இங்குமாகத் தாவிப் பறந்து மரங்களின் அடியிலும் புதர்களின் கீழும் இலைதழைகளிடையே எழும்பு, வெட்டுக்கிளி, கம்பளிப் பூச்சி, நத்தை, மண்புழு, சிறு பல்லி ஆகியவற்றை இரையாகத் தேடித்தின்னும். இலவம், முள்முருங்கை ஆகிய மரங்கள் மலரும் பருவத்தில் மலர்களில் பிற பறவைகளோடு சேர்ந்து இது தேனையும் குடிக்கும். தாழ்ந்தும் எழுந்தும் பறக்கும் இதன் வால் இறக்கைகள் தாழ்ந்து பறக்கையில் பாந்து விரிந்திருக்கும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண்பறவை தனக்குரிய எல்லையில் வேறு பால்காரிக் குருவிகள் நுழையாது காப்பதில் மிகுந்த கருத்துடன் செயல்படும். கூரிய பருத்த அலகை வான் நோக்கி உயர்ந்தி வைத்தபடி மாப்பில் உள்ள தூவிகள் சிலிர்த்துப் புடைக்க வாலை விரித்துத் தலையைத் தொடும் அளவு மேலும் கீழும் ஆட்டி அசைத்தபடி எதிராளியை அச்சுறுத்தும்.

மாசி - புரட்டாசி முடிய (மார்ச் - செப்டம்பர்) உள்ள பருவத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். அப்போது விடிகாலை தொடங்கி உயரமான மரக்கிளை, வீட்டுக்கூரை, கொடிக் கம்பம், ஒளிவாங்கி ஆகியவற்றின் மீது இறக்கைகளைத்



பால்காரிக் குருவிகள்

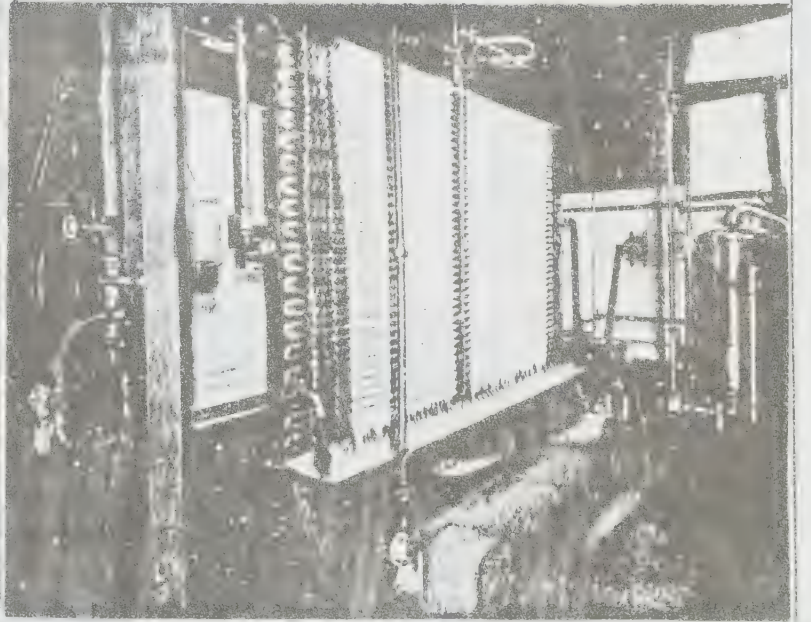
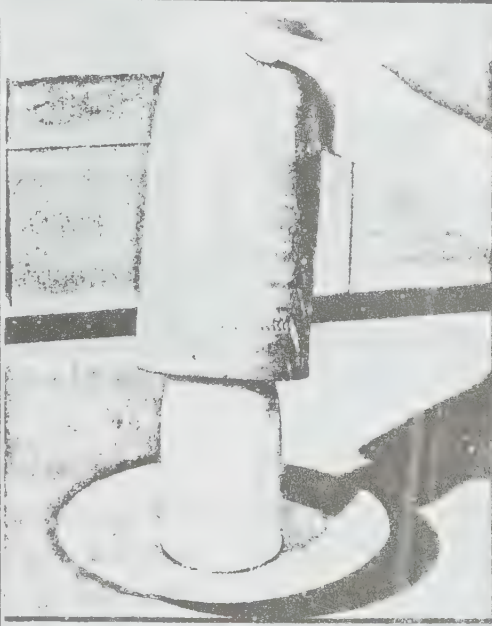
தொங்கச் செய்தபடி அமர்ந்து இனிய மென் குரலில் வாலை திமிர்த்தாது நெடுநேரம் பாடியபடி இருக்கும். 'ச்சி விச்சி... ச்சிவிச்சி' என இதன் குரல் நெடுந்தொலைவு கேட்பதோடு அனைவரையும் கவரவும் செய்யும். "ஸ்வீஇ- ஈ . . . ஸ்வீஇ . . ." என அழைப்புக் குரல் கொடுக்கும். இனப்பெருக்க காலத்தில் இரண்டு முறை முட்டை இட்டுக் குஞ்சுகள் பொரிக்கும். இது புல், வேர், இலை தழை ஆகியவற்றோடு கந்தல் துணி, காகிதம் முதலிய பல்வேறு பொருள்களைக் கொண்டு மரங்கள், சுற்றுச் சுவர்கள், மழை நீர் வடியும் குழாய்கள் ஆகியவற்றினுள் உள்ள பொந்துகளில் கோப்பை வடிவிலான கூட்டை அமைத்து 4 அல்லது 5 முட்டைகளிடும். இளம் பச்சை நிற முட்டைகள் செம்பழுப்பு

நிறக் கறைகளைப் பெற்றிருக்கும். 12 - 13 நாட்கள் அடைக் காக்கும். ஆணும் பெண்ணும் கூடுகட்டுதல், அடைக்காத்தல், குஞ்சுகளைப் பேணுதல் ஆகியவற்றில் பங்கு பெறுகின்றன. இப்பறவை இந்தியா முழுவதும் காணப்படுகிறது.

க. ரத்னம்

## பால் குளிருட்டு நிலையம்

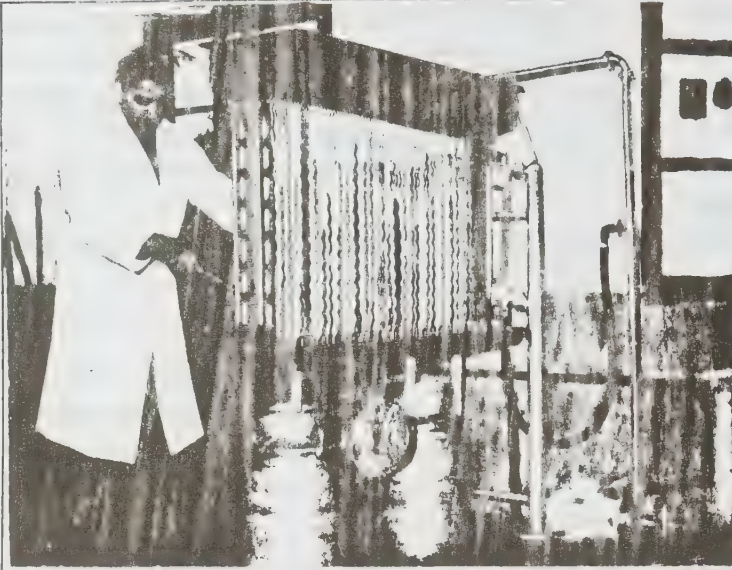
பாலைக் குளிருட்டுவது என்பது பாலில் இருக்கும் நுண்ணுயிரிகளைப் பெருக விடாமல் தடுத்து, பால் விரைவில் கெடாத வண்ணம் பாதுகாப்பதற்கு ஏற்பட்ட வழி



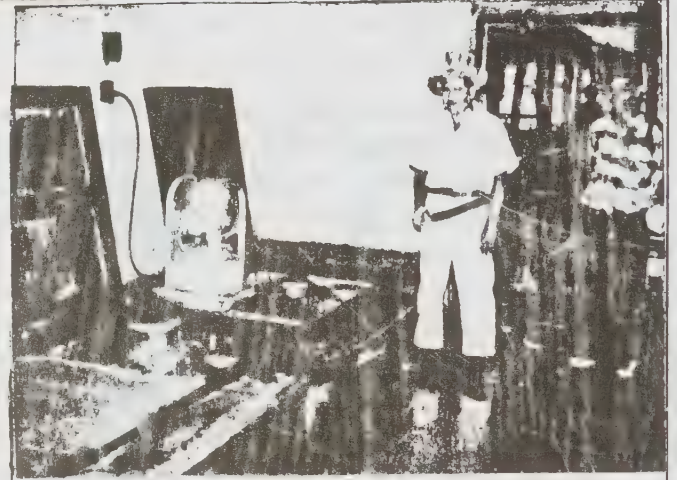
1) மண்பாண்டம் கொண்டு குளிருட்டும் முறை

2) பாலின் மேற்பரப்பிலேயே குளிருட்டும் முறை





3) பாலின் மேற்பரப்பிலேயே குளிருட்டும் முறை



4) குவளைகளை மூழ்கச் செய்து குளிருட்டும் முறை

### படம் 3, 4.

முறையாகும். சுகாதார முறையில் பாலை உற்பத்தி செய்தாலும், அதில் ஓரளவு நுண்ணுயிரிகள் வாழ்கின்றன. அறிவியல் முறையில் பாலைக் குளிருட்டுவதால், அந்நுண்ணுயிரிகளைப் பெருக விடாமல் செய்து, பால் கெட்டுவிடாது காக்கலாம்.

பாலை  $4^{\circ}\text{C}$  க்குக் குளிருட்டம் செய்தால் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் நுண்ணுயிரிகள் பாலில் வளர வாய்ப்புகளிருக்கும். சைக்ரோஃபில் என்னும் நுண்ணுயிரி பால் குளிருட்டிய நிலையிலும் வளர இயலும். இவ்வகை நுண்ணுயிரிகளால் பேரிடர் தோன்றுவதில்லை. ஆனால் பாலைக் குளிருட்டம் செய்தால் சில மணி நேரங்களில்

பாலில் குறிப்பிடத்தக்க வேண்டத்தகாத சில மாற்றங்கள் ஏற்படுவதுண்டு. குறிப்பாகத் தூய்மையற்ற சூழ்நிலைகளில் உற்பத்தி செய்த பாலை எவ்வாறு குளிருட்டினாலும் இத்தகைய வேண்டத்தகாத மாற்றங்கள் மிகத் தீவிரமாகக் குறுகிய காலத்தில் ஏற்பட்டுப் பால் கெட்டுவிடும்.

பாலை  $4^{\circ}\text{C}$  க்குக் குளிருட்டினால் ஏறத்தாழ 24 - 46 மணி நேரம் பாலைக் கெடாமல்  $18^{\circ}\text{C}$  வெப்பமுள்ள அறையில் பாதுகாக்க முடியும் என்றும்,  $15.6^{\circ}\text{C}$  க்குக் குளிருட்டினால் 8-40 மணிநேரம் இதே வெப்பமுள்ள அறையில் கெடாமல் பாதுகாக்க முடியும் என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது. இது பாலிலிருக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையைப்

பொறுத்தது. எனவே சுகாதாரமான முறையில் பால் உற்பத்தி செய்து, குளிருட்டும் தன்மையைப் பொறுத்துப் பாலைக் கெட்டுவிடாது பாதுகாக்கலாம் எனத் தெரிய வந்துள்ளது.

அன்றாட வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கான பாலைக் குளிருட்டிக் கெடாமல் பாதுகாக்கும் எளிய முறையைப் படம் 1 காட்டுகிறது. இதனை மண்பாண்டம் மூலம் குளிருட்டும் முறை என்று சொல்லலாம். பால் வைக்கப்பட்ட பாத்திரத்தையோ, கண்ணாடிக்

குவளையையோ, புட்டியையோ ஓர் அகன்ற தட்டில் தீரை விட்டு அதைப் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி வைத்து மூடிவிட வேண்டும். இந்த அமைப்பை ஒரு காற்றோட்டமுள்ள இடத்தில் வைக்க வேண்டும். களிமண் பாண்டத்திலுள்ள நுண்ணிய துளைகளின் வழியே நீர்த்துளிகள் அதன் மேற்பரப்பில் சென்று அவை ஆவியாக மாறும்போது பால் பாத்திரத்தைச் சுற்றிக் குளிர்ந்த காற்று மண்டலம் அமைவதால் பால் குளிருட்டப்பட்டிருக்கும். முறைப்படிச்



5) குவளைகளின் மீது குளிர்ந்த நீர் செறிந்து குளிருட்டும் முறை

6) குளிர்ந்த நீரினால் குளிருட்டும் நிலை



சூடாக்கிப் பதப்படுத்திய பாலை (pasteurised milk) இம்முறையில் 24 மணிநேரம் வரையில்  $18^{\circ}\text{C}$  வெப்பமுள்ள அறையில் வைத்துக் கெடாமல் பாதுகாக்கலாம்.

வணிக நோக்கில் மூன்று முறைகளில் குளிரூட்டும் நிலையங்களில் பாலைக் குளிரூட்டச் செய்யலாம். அவை: பாலின் மேற்பரப்பிலேயே குளிரூட்டுவது (surface cooler), பால் குவளைகளிலேயே குளிரூட்டுவது (incan cooler), பெரிய தொட்டிகளில் பாலைக் குளிரூட்டுவது (bulk cooler) என்பன.

பாலின் மேற்பரப்பிலேயே குளிரூட்டும் முறை (படம்: 2, 3). படங்களில் காணப்படும் அமைப்புகள் பாலின் மேற்பரப்பிலேயே குளிரூட்ட அமைக்கப்பட்டவை. குளிரூட்டும் நீர்மம் அல்லது அடர்காற்று, மூடிய குழாய்களின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. குளிரூட்டப்பட்ட வேண்டிய பால் அக்குழாய்களின் வெளிப்புறங்களில் வழிந்து ஓடும்படிச் செய்யப்படும். குளிரூட்டப்பட்ட பால் கீழேயிருக்கும் பக்கக்குழாய்கள் மூலம் பாத்திரங்களில் சேகரிக்கப்படுகிறது. குளிரூட்டும் நீர்மம் அல்லது அடர்காற்று ஒரு போதும் பாலுடன் கலக்க வாய்ப்பில்லை. பால் இம்முறையில் மிக விரைவாகக் குளிரூட்டப்பட்டுவிடும்.

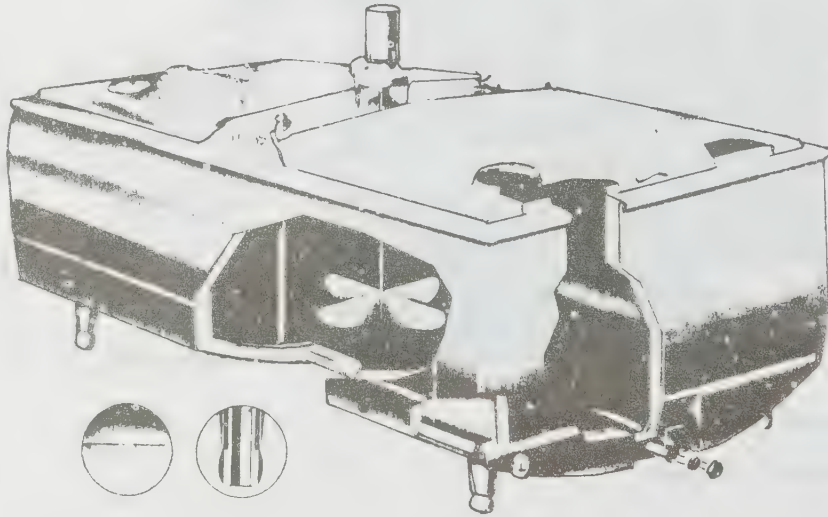
கவனக் குறைவாகச் செய்தால், இம்முறையில் தீமை ஏற்பட வாய்ப்புகள் உள்ளன. குறிப்பாகக் குளிரூட்டும் அறையினுள் இருக்கும் காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகள் பாலில் கலக்கக்கூடும். இதைத் தடுப்பதற்கு இவ்வகை அமைப்பைச் சுற்றிக் கண்ணாடி அல்லது நெகிழித் தடுப்பை ஏற்படுத்தலாம்.

மேலும் குளிரூட்டும் கருவிகளை அடிக்கடி தூய்மை செய்து பாதுகாக்க வேண்டும்.

பால் குவளைகளிலேயே குளிரூட்டும் முறை. இம்முறையில் குளிரூட்டுவதற்கு இரு வகையான கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். அவை குவளைகளை மூழ்கச் செய்து குளிரூட்டுதல் (immersion cooler) (படம். 4), குவளைகளின் மீது குளிர்ந்த நீர் சொரிந்து குளிரூட்டுதல் (cascade cooler) (படம். 5, 6) என்பன.

நான்காம் படத்தில், பெரிய சிமெண்ட் கற்காரைத் தொட்டிகளில்  $3-5^{\circ}\text{C}$  குளிர்ந்த நீரைத் தேக்கி அதில் பால் குவளைகளை நேரடியாக மூழ்க வைத்துக் குளிரூட்டுவதைக் காணலாம்.

குளிர்ந்த நீரைக் குழாய்களின் மூலம் வேகமாக நீர்த்திவலைகளாகப் பால் நிரப்பிய குவளைகளின் மீது பரவச் செய்து குளிரூட்டுவதைப் படம் 5இல் காணலாம். மற்றொரு



படம் 7. பெரிய எஃகுக் குளிரூட்டும் தொட்டி.

விதத்தில் குளிர்ந்த நீரை வட்ட வடிவக் குழாய்களிலுள்ள பல சிறு துளைகளின் வழியே செலுத்தி அந்நீரை ஒவ்வொரு பால் குவளைகளின் மீது வழிந்தோடச் செய்து குளிரூட்டுவதைக் காணலாம். சிறிய குளிரூட்டும் நிலையங்களில் மேலே சொல்லப்பட்ட முறைகளில் பாலைக் குளிரூட்டம் செய்வது சிக்கனமாகும்.

பெரிய துருப்பிடிக்காத எஃகுத் தொட்டிகளில் பாலைக் குளிரூட்டும் முறை (bulk cooler) (படம் 7). இம்முறையில் குளிரூட்டுவதற்குப் பெரும் முதலீடு தேவை. மேலும் துருப்பிடிக்காத எஃகுத் தொட்டி பொருத்தப்பட்ட பால் சேகரிக்கும் ஊர்திகளின் மூலம் பாலைக் குளிரூட்டும் நிலையத்திற்குக் கொண்டு சேர்க்கும் வசதியுடைய இடங்களில் மட்டும்தான் இம்முறையைக் கையாள முடியும்.

பாலைச் சுகாதார முறைப்படி உற்பத்தி செய்து, உடனடியாகக் குளிரூட்டும் நிலையங்களுக்கு எடுத்துச் சென்று குளிரூட்டச் செய்து பால் கெட்டுவிடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். குளிரூட்டு நிலையங்களுக்குப் பாலை எடுத்துச் செல்லும்போது பால் குவளைகளை வெயிலின் தாக்குதலிலிருந்து காப்பாற்ற வேண்டும். குளிரூட்டு நிலையங்களிலிருந்து பால் பதனிடும் தொழிற்சாலைக்குப் (dairy) பாலைத் துருப்பிடிக்காத எஃகுத் தொட்டி பொருத்திப் பக்குவமாகக் கையாள வேண்டும். வெப்பத் தொடர்புறுத்துப் பாதுகாப்புச் செய்யப்பட்ட துருப்பிடிக்காத எஃகுத் தொட்டியில் பாலை எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். இப்பால் வண்டியைக் கெட்டிக் கித்தான் துணியைப் (canvas) போட்டு மூடுவது நல்லது. பாலை எடுத்துச் செல்லும் வண்டி, ஓட்டுநர் வழியில் இளைப்பாற நேர்ந்தால், வண்டியை நிழலில் நிறுத்த வேண்டும். முடிந்த வரையில் பால் உற்பத்தியாளரும் பாலைத் திரட்டி எடுத்துச் செல்வோரும் பாலைக் குளிர்ந்த நிலையிலே பதனிடும் தொழிற்சாலைக்குக் கொண்டு செல்வது ஏற்றது.

கே. ஆர். கிருஷ்ணன்

## பால் கெண்டை

இது சன்னிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மீன் ஆகும். இதனைத் துள்ளுக் கெண்டை எனவும் கூறுவர். இதன் உடம்பு உட்குழிந்தும், இரு முனைகளும் கூர்மையாகவும் அமைந்திருக்கும். செதில்கள் வடிவில் சிறியவை. சிறிய வாயும், பெரிய கண்களும் காணப்படும். வாயில் பற்கள் கிடையாது. இதன் உடல் வெண்மையாகவும் ஒளிரும் மேற் புறத்தை

உடையதாகவும் காணப்படுகிறது. தலையின் மேல் புறம் உலோகப் பச்சை நிறத்தில் காணப்படும்.

உப்பு நீரில் நன்கு வளரக்கூடிய இம்மீன் இந்திய, பசிபிக் கடல்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் இது கடல் மீன்பிடிப்பில் சிறப்பிடம் பெறுவதில்லை. இளம் குஞ்சுகள் கடற்கரையோர நீர் நிலைகளில் செழித்து வளர்கின்றன. வெப்ப மாற்றத்தைத் தாங்கும் ஆற்றல் கொண்ட இம்மீன் தாவர உண்ணியாகும்.

பால் கெண்டையின் முட்டைகள் 1.2 மி.மீ. அளவிற்கு மிகச் சிறியவை. முட்டைகளிலிருந்து 24 மணி நேரத்தில் மீன் குஞ்சுகள் வெளிப்படுகின்றன. அவை நீளமான உடம்பையும், கருமை நிறக் கண்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. விசாகப்பட்டினம், கிருஷ்ணா, குண்டூர், நெல்லூர், சென்னை, மலபார் போன்ற பகுதிகளில் பால் கெண்டை மீன் குஞ்சுகள் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. கூட்டம் கூட்டமாக அவை குறைவான, ஆழமற்ற கடல் பகுதிகளில் இக்குஞ்சுகள் வசிக்கின்றன. கடல் நீரில் பிடித்த குஞ்சுகளை நன்னீரிலும் இட்டும் வளர்க்கலாம்.

ஜி. எம். நடராஜன்

## பால் சார்ந்த பாரம்பரியம்

கலவி முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் உயிரிகளில் ஆண், பெண் பால்களை அறுதியிடும் குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றைப் பால் குரோமோசோம்கள் (sex chromosomes X,Y) என்பர். ஏனைய குரோமோசோம்கள் உடற் பண்புகளைத் தாங்கும் மரபணுக்களாக உள்ளமையால் அவை உடற் குரோமோசோம்கள் (autosomes) எனப்படும். எனினும் குறிப்பிட்ட சில பண்புகளைத் தாங்கும் மரபணுக்கள் பால் குரோமோசோம்களில் உள்ளமையால் அவை மரபு வழியிலேயே பால்குரோமோசோம்களுடன் இணைந்து வருகின்றன.

பெரும்பாலான விலங்குகளிலுள்ள XY குரோமோசோம்களில் Y குரோமோசோம்கள் மரபணுவற்ற வெற்றுக் குரோமோசோமாகவோ மரபணுக்களிருந்தால் மரபணுப் பண்புகளைக் குறிக்காதவையாகவோ இருக்கும். மேலும் அது பால் அறுதியிடுவதில் பங்கு கொள்வதில்லை. X குரோமோசோம் மட்டுமே பால் அறுதியிடுவதில் பெரும் பங்கு கொள்வதோடு வேறுசில உடற்பண்புகளைத் தாங்கும் குரோமோசோம்களையும் கொண்டுள்ளது. ஒரே குரோமோசோமில் இவை உள்ளமையால் மரபு வழியுடன் இணைந்த பால் பண்புகளுடன்



அடுத்த தலைமுறைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும். இதுவே பால் சார்ந்த பாரம்பரியம் (sex linked inheritance) எனப்படும்.

பால்சார் மரபுப் பண்புகள். பால் அறுதியிடும் மரபணு அமைப்புகளுக்கேற்ப இவை மாறுபட்ட இனச்செல் O ஆண் ஒத்த இனச்செல் பெண் + வகை மாறுபட்ட இனச்செல் பெண் + ஒத்த இனச்செல் O ஆண் வகை என இரு வகைப்படும்.

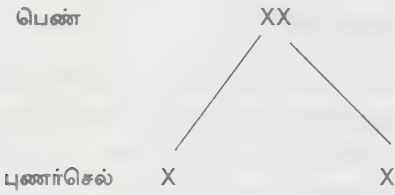
மாறுபட்ட இனச்செல் O ஆண் ஒத்த இனச்செல் + பெண் வகை. இவ்வகை மரபுவழியான பழ ஈ, மனிதன், சில விலங்குகளில் காணப்படும். இவற்றில் ஆண்களில் XY அல்லது XO குரோமோசோம்களும் பெண்களில் XX குரோமோசோம்களும் உள்ளன. ஆண் புணர் செல்கள் X வகை, Y வகை அல்லது (O) வகை என இருவகைப்படுவதால் இதை மாறுபட்ட புணர் செல் வகை என்பர்.

ஆண்



பெண் புணர் செல்களில் X குரோமோசோம் கொண்ட ஒருவகை மட்டுமே இருக்கும்.

பெண்



முன்னர்க் கூறியவாறு பால் பண்புடைய மரபணுக்கள் X குரோமோசோம்களில் மட்டுமே உள்ளமையால் ஆணில் பால் சார் ஒடுங்கு பண்பு ஒரு X மரபணுவிலும் பெண்ணின் XX இரு மரபணுவிலும் இணைந்து வரும்.

பழ ஈயில் பால் சார் பாரம்பரியம். இதைக் கண்டுபிடித்தவர் டி. ஹெச். மார்கன் என்பார் ஆவார். ஆய்விற்காக அவர் வளர்த்த பல்லாயிரக்கணக்கான சிவப்புக் கண்களுடைய ஈக்களில் அவர் வெள்ளைக் கண்ணுடைய ஓர் ஈயைக் கண்டார். திடீர் மாற்ற மரபணுக்களால் இது திகழ்ந்திருக்க வேண்டுமென்று கருதிய அவர், வெள்ளைக் கண்ணுடைய (r) ஓர் ஆண் ஈ, சிவப்புக் கண்ணுடைய (RR) பெண் ஈயைப் புணருமாறு செய்தார். முதல் தலைமுறை ஈக்கள் அனைத்தும் சிவப்புக்கண்களையே கொண்டிருந்தன. இதுவால் சிவப்புக் கண்கள் ஒங்கு பண்பு என்றும் வெள்ளைக் கண்கள்

ஒடுங்கு பண்பு என்றும் முடிவு செய்தார். பெண் ஈக்களில் R<sub>1</sub>-என இரண்டு அல்லீல்களும் ஆண் ஈக்களில் R என்னும் அல்லீல் மட்டுமே உள்ளன. இந்த ஆய்வில் தொடர்ந்து முதல் தலைமுறை F<sub>1</sub> ஆண் ஈக்களும் F<sub>1</sub> பெண் ஈக்களும் புணர்ந்த போது இரண்டாம் தலைமுறையில் பின்வரும் விகிதத்தில் ஈக்கள் தோன்றின.

ஆண் ஈக்களில் சிவப்புக்கண்களுடையவை (R) = 50%

வெள்ளைக் கண்களுடையவை = 50% இருந்தன.

பெண் ஈக்களில் ஒத்த புணர் சிவப்புக் கண்களுடையவை (RR) = 50%, மாறுபட்ட புணர் சிவப்புக் கண்களுடையவை (Rr) 50% இருந்தன. இதிலிருந்து ஆண் ஈ X-குரோமோசோமை மட்டும் பெண் ஈக்களுக்கு அளிக்கிறதென்றும், பெண் ஈ X-குரோமோசோமைத் தன் இனத்திற்கும் ஆணுக்கும் செலுத்துகிறதென்றும் புலனாகிறது. ஆண் ஈ தன் பால்சார் பண்பைப் (வெள்ளைக் கண் தன்மை) பெண் ஈ மூலமே 50% அடுத்த தலைமுறை சார்ந்த ஆண் ஈக்களுக்கு அளிக்கிறதென்றும், அடுத்த தலைமுறையில் பெண் ஈக்களுக்கு ஆண் ஈ மூலம் செலுத்துவதில்லை என்றும் அறியப்படுகிறது. வெள்ளைக்கண் தன்மை ஒடுங்கு பண்பாக (r) இருப்பதால் இரண்டாம் தலைமுறை மாறுபட்ட நிலையில் வெளிப்படுவதில்லை.

பால்சார் ஒடுங்கு நிலைப் பண்பு ஆண் பெற்றோரிடமிருந்து (P<sub>1</sub> male) முதல் தலைமுறைப் பெண் ஈ (F<sub>1</sub> female) மூலமாக இரண்டாம் தலைமுறை ஆண் (F<sub>2</sub> male) ஈக்கு மரபு வழி வருவதைக் குறுக்கு மறுக்குக் கலப்பு மரபு வழி முறை (criss cross pattern of unheritance) என்பர். இதற்கு இருவேறு மரபணுக் கலப்பு இணைவு (digenetic linkage) என்றும் பெயர். இவ்வாய்வில் பால்சார் ஒடுங்கு பண்பு, முதல் தலைமுறையில் மறைந்திருந்து அடுத்த தலைமுறையில் வெளிப்படுகிறது.

ஒத்த புணர் (homozygous) வெள்ளைக்கண்களுடைய பெண் ஈ (rr) சிவப்புக்கண்களுடைய ஆண் ஈயுடன் (R) சேர்ந்தால் முடிவுகள் வேறாக இருக்கும். முதல் தலைமுறையில், பெண் ஈக்கள் மட்டும் சிவப்புக்கண்களைப் (Rr) பெறுகின்றன. ஏனெனில் அவை சிவப்புக்கண்கள் பண்பு (R) இணைந்த X-குரோமோசோம் ஆண் ஈயிடமிருந்தும், r- பண்பு இணைந்த குரோமோசோம் பெண் ஈயிடமிருந்தும் பெறுகின்றன. முதல் தலைமுறை ஆண் ஈக்கள் தாய் ஈயிலிருந்து ஒரே ஒரு r- பண்பு இணைந்த குரோமோசோமைப் பெறுவதால் வெள்ளைக் கண்களை யுடையனவாகப் பிறக்கின்றன. முதல் தலைமுறை

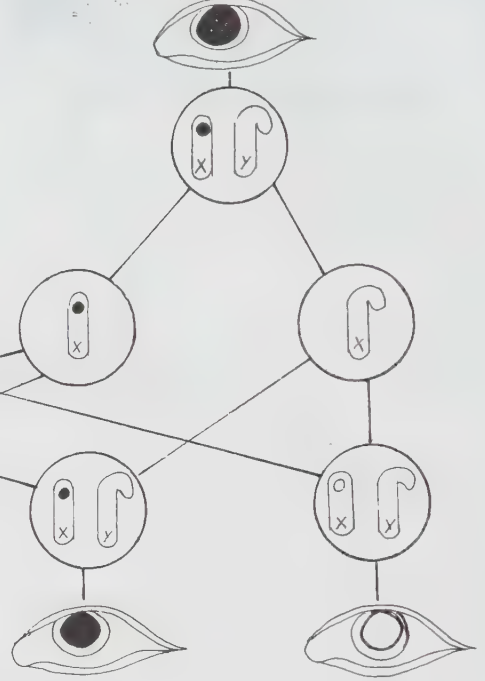
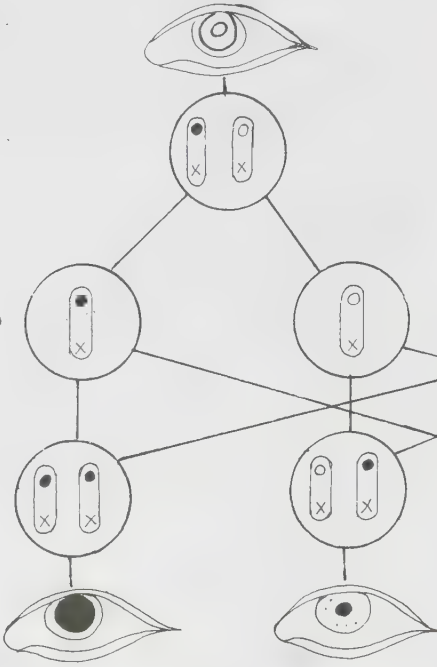




நிறக்குட்டுத்தன்மை தாங்கிய பெண்

இயல்பான ஆண்

புணர்ச்சிசல்



இயல்பான பெண்

நிறக்குட்டுத்தன்மை  
தாங்கிய பெண்

இயல்பான ஆண்

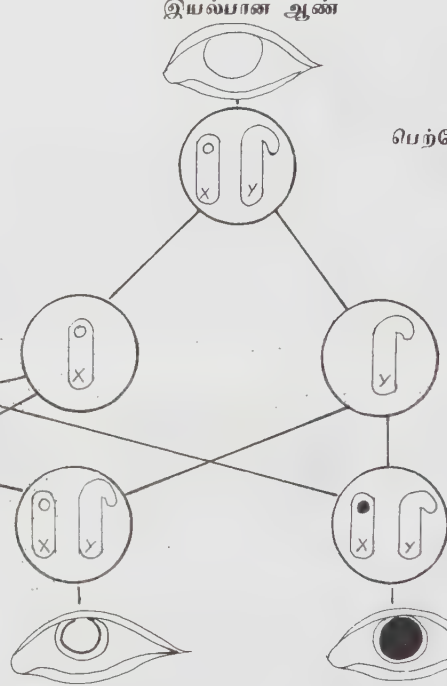
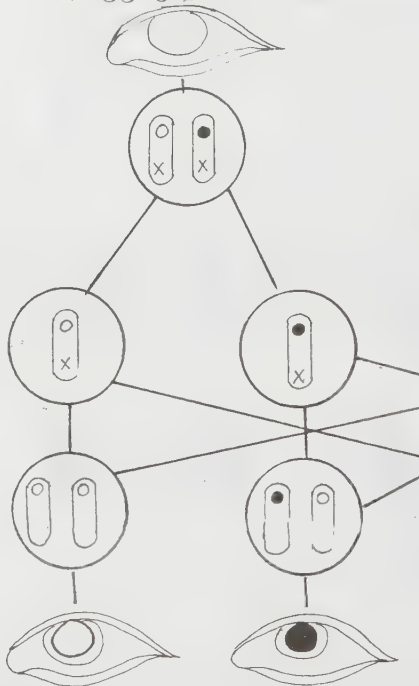
நிறக்குட்டு ஆண்

நிறக்குட்டு தாங்கிய பெண்

இயல்பான ஆண்

பெற்றோர்

புணர்ச்சிசல்



புணர்ச்சிசல்

நிறக்குட்டு பெண்

நிறக்குட்டுத்தன்மை  
தாங்கிய பெண்

நிறக்குட்டு ஆண்

இயல்பான ஆண்

படம் 2. மனிதரின் பால்சார் நிறக்குட்டுப் பண்பின் மரபு வழி

ஆண் ஈக்களும், பெண் ஈக்களும் சேர்ந்தால் இரண்டாம் தலைமுறை ஈக்கள் பின்வரும் விகிதத்தில் அமையும்.

ஆண்களில் சிவப்புக் கண்களுடையவை (R) 50 % வெள்ளைக் கண்களுடையவை (r) 50 % காணப்படும்.

பெண்களில் சிவப்புக் கண்களுடையவை (Rr) 50% வெள்ளைக்கண்களுடையவை (rr) 50% காணப்படும்.

இதில் தாய் ஈ, பால்சார் ஒடுங்கு பண்பை முதல் தலைமுறை ஆண் ஈக்கள் மூலமாக, 50% இரண்டாம் தலைமுறை ஆண் ஈக்களுக்கும், 50% இரண்டாம் தலைமுறைப் பெண் ஈக்களுக்கும் அளிக்கிறது.

சிபி. பிரிட்ஜஸ் என்னும் மரபியலார் தாம் நடத்திய ஆய்வுகளில் வெள்ளைக் கண்களுடைய பெண் ஈயையும் (rr) சிவப்புக் கண்களுடைய ஆண் ஈயையும் (R) புணரச் செய்ததில் மேற்காணும் முடிவுகளைத் தவிர முதல் தலைமுறையில் ஒரு சில வெள்ளைக் கண்களுடைய பெண் ஈக்களும் சிவப்புக் கண்களுடைய ஆண் ஈக்களும் இருந்தமையைக் கண்டார். விதிக்கு மாறான இந்நிலை, குரோமோசோம்களின் இணை பிரியா நிலையால் (non - disjunction of chromosome) ஏற்பட்டதாகும். இந்நிலையால் இயல்புக்கு மாறான பெண் ஈக்கள், பால்சார் வெள்ளைக்கண் பண்புடைய இரண்டு X குரோமோசோம்களையும் தங்கள் தாய் ஈயிடமிருந்தும், இயல்புக்கு மாறான ஆண் ஈக்கள் தங்கள் ஒரே குரோமோசோமைச் சிவப்புக் கண் பண்புடைய தந்தை ஈயிடமிருந்தும் பெறுகின்றன. காரணம்: குரோமோசோம்பிரியா நிலை.

மனிதரில் பால்சார் பண்பு மரபு வழி. நிறக்குருடு (colour blindness) அல்லது சிவப்புக்கும் பச்சைக்கும் வேற்றுமை அறியாநிலை, குருதி உறையா நோய் (haemophilia) ஆகியவை மனிதரில் பால்சார் பண்பு மரபு வழிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

நிறக்குருடு. குரோமோசோம்பிலா பழ ஈயில் உள்ள பாலிணைந்த ஒடுங்குநிலை வெள்ளைக்கண் பண்பு போல, இப்பார்வைக் கோளாறும் மனிதரில் பால்சார் ஒடுங்குநிலைப் பண்பாகும். இப்பண்புக்குரிய மரபணு அல்லீல் இணைகள் X-குரோமோசோம்களிலுள்ளன. ஆனால் Y-குரோமோசோமில் இப்பண்புக்குரிய மரபணுக்கள் இல்லை. இயல்பான பார்வைக்குரிய X மரபணு ஒங்கு பண்பாய் உள்ளது. பால்சார் பண்புகளுக்கான மரபணுக்கள் மரபு வழி வருவதைப் படம் 2இல் காணலாம்.

நிறக்குருட்டுப் பண்புடைய ஆண் ஒரு மரபணுவையும், நிறக்குருட்டுப் பண்புடைய பெண் இரண்டு மரபணுப் பண்பையும் கொண்டிருப்பர். மாறுபட்ட (heterozygous) மரபணுக்களுடைய பெண், தோற்றத்தில் இயல்பாகத் தெரிந்தாலும், அவள் உடலில் இக்கோளாறுக்கு உண்டான ஒரு மரபணு உள்ளது. இதை வரும் தலைமுறைகளுக்கு அவள் செலுத்தக்கூடும். இதனால் அவளைத் தாங்கி (carrier) என்பர்.

இப்பால்சார் பண்பு, மரபு வழி வருவதைக் கீழ்க்காணும் படங்கள் விளக்குகின்றன.

இயல்பான பெண் X நிறக்குருடான ஆண் படம் 3A

நிறக்குருட்டுப் பெண் X இயல்பான ஆண் படம் 3B

நிறக்குருட்டுப் பண்புதாங்கி பெண் X நிறக்குருடான ஆண் படம் 3C

நிறக்குருட்டுப் பண்புதாங்கி பெண் X

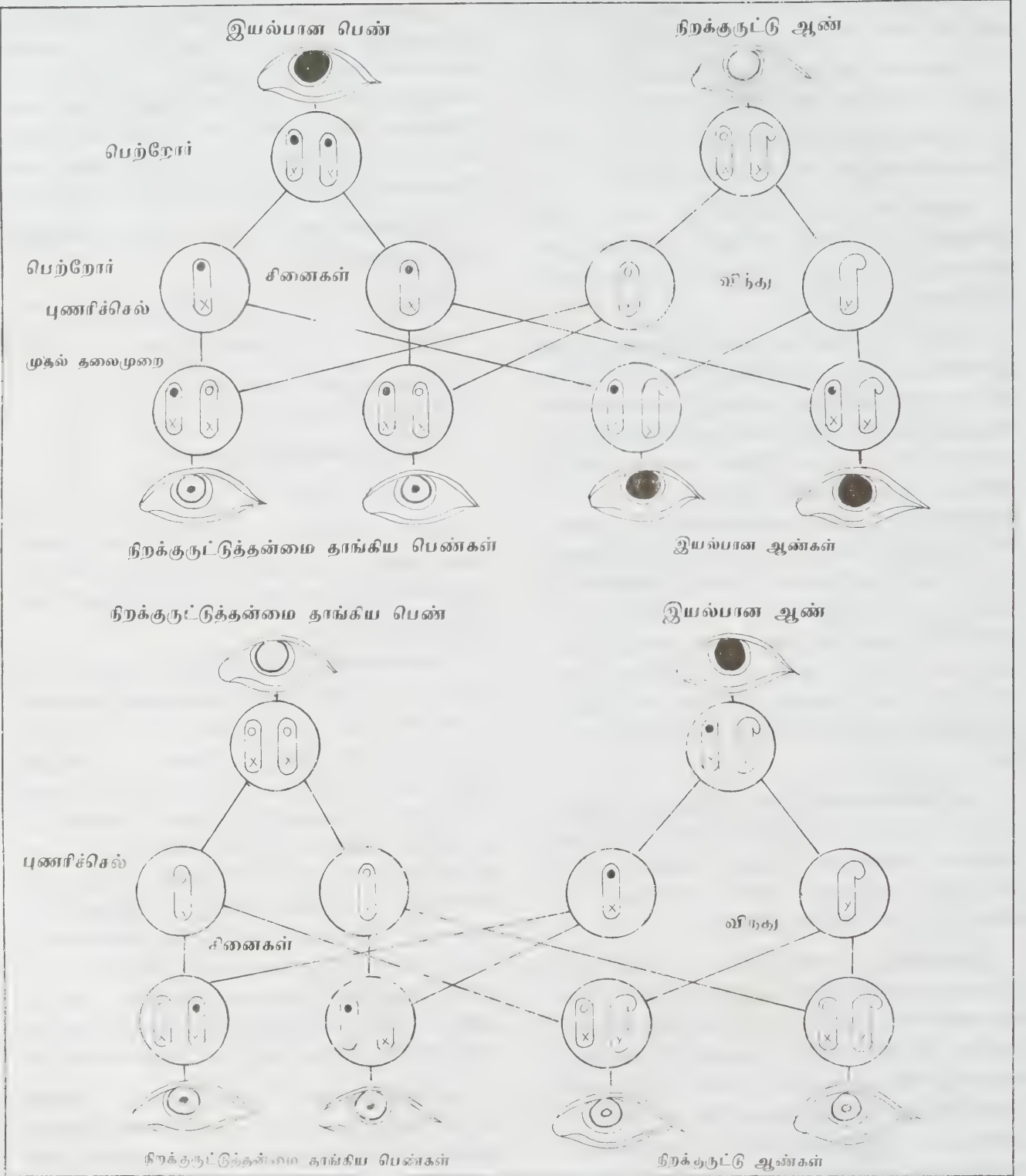
இயல்பான ஆண் படம் 3D

இவ்வாய்வுகளில் கிடைத்த முடிவுகள் அனைத்தும், மெண்டலின் கோட்பாடு விதிகள் மூலம் கிடைக்க வேண்டிய முடிவுகளை ஒத்திருந்தன. மனிதரில் பால்சார் பண்புகளில் மரபு வழி முடிவுகள் வருமாறு:

பெண்களைவிடப் பெருமளவில் ஆண்களிடமே நிறக்குருட்டுப் பண்பு உள்ளது. இப்பண்புக்கான மரபணுக்கள் பெண்களில் இரண்டும், ஆண்களில் ஒன்றுமாகத் தேவைப்படுவதே இதற்குக் காரணம். எப்போதும் இப்பண்புகளை ஆண்கள் தாங்கிச் செல்பவர்களாக இருப்பதில்லை. நிறக்குருட்டுப் பெண்கள் நிறக்குருட்டுத் தந்தைக்குப் பிறந்தவர்களாகவே இருப்பர். மேலும் நிறக்குருடான மகனையே பெறுவர். நிறக்குருட்டுப் பெண்களின் கணவர்களும் நிறக்குருட்டுப் பண்புடையவர்களாயிருப்பின், நிறக்குருடான பெண்ணையே பெறுவர். இயல்பான பார்வையுடைய பெண்ணின் தந்தை நிறக்குருட்டு பண்புடையவராக இருந்தால் பிறக்கும் ஆண்களில் பாதிப் பேர் இயல்பான பார்வையுடையவராகவும் பாதிப் பேர் நிறக்குருட்டுப் பண்பு உடையவராகவுமே இருப்பர்.

குருதி உறையா நோய். இந்நோய் உள்ளவர் உடலில் சிறுகாயம் பட்டாலும் குருதிப் போக்கு நிற்காமல் இருக்கும். பொதுவாக நல்ல உடல் நலத்துடன் இருப்பவராக காயம் பட்டால் குருதி சில நொடிகள் கசிந்து உறைந்து நின்றுவிடும். நிறக்குருடு போலவே குருதி உறையா நோயும்



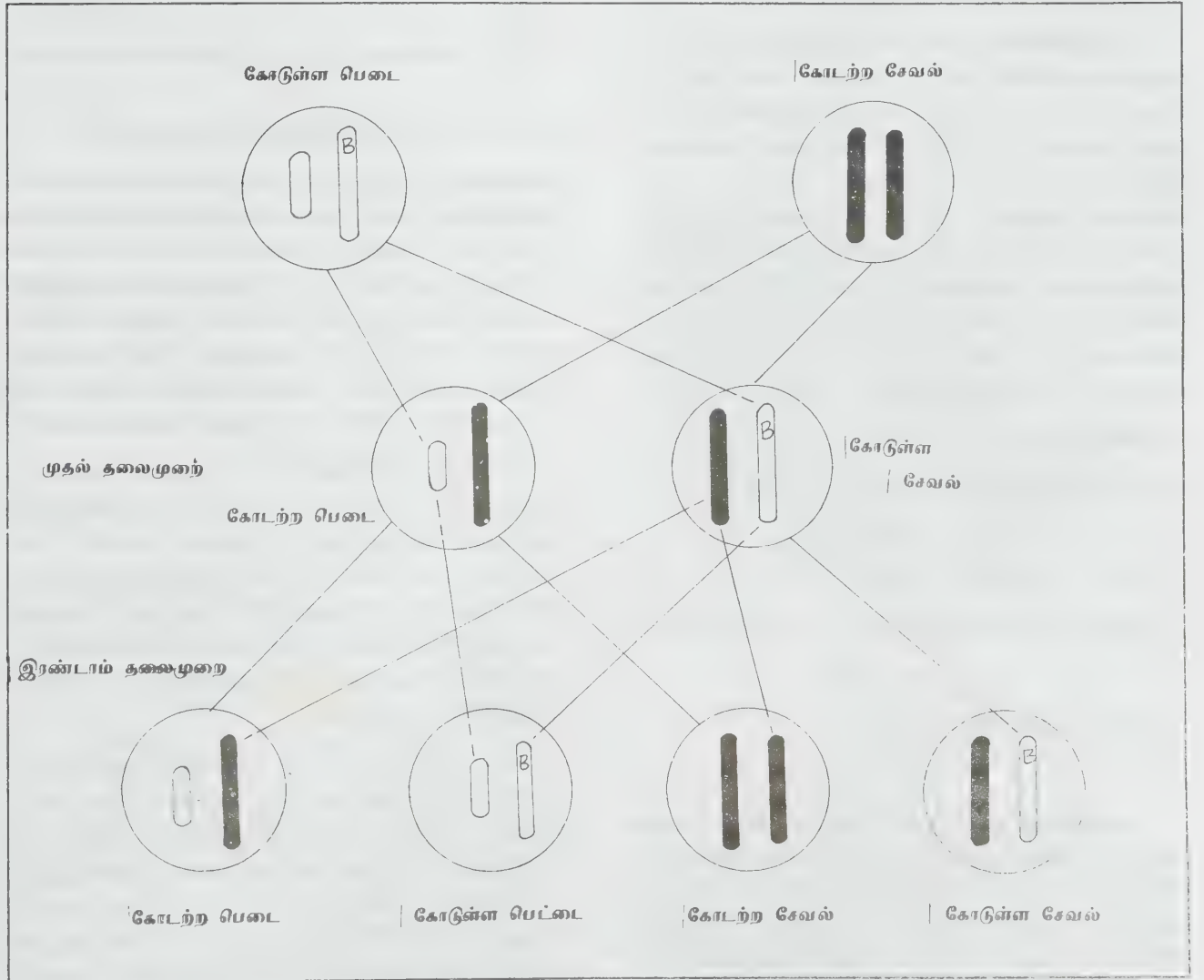


படம் 3 மனிதனின் பால்சார்ந்த பாரம்பரியம்

பால்சார் ஒடுங்குநிலை மரபுப் பண்பாகும். இது X-குரோமோசோமில் உள்ளது. ஒரு மரபணுக் கொண்ட மாறுபட்ட பெண், தோற்றத்தில் நல்ல உடல் நலமுடையவளாயிருந்தாலும் அவள் உண்மையில் இப்பண்புக்குத் தாங்கியாக இருப்பதால் தனக்குப் பிறக்கும் மகன்களில் 50% பேருக்கு இந்நோய்ப் பண்பைச் செலுத்துகிறாள். நிறக்குருடு போலவே இதுவும் ஆண்களிடமே மிகுதியாகக் காணப்படும். இருப்பினும் இந்நோயுடையவர்கள் சிறுவயதிலேயே ஏதாவது ஒரு காரணத்தால் இறந்துவிடுவதால் திருமண வயது வரை மிகச் சிலரே வாழக்கூடும்.

பால்சார் ஒடுங்குநிலை மரபணுக்கள். பழ ஈயில் உள்ள பால்சார் பண்புடைய வெள்ளைக் கண்களுக்கான

மரபணுவும் மனிதரில் உள்ள நிறக்குருட்டுக்கான மரபணுவும் ஒடுங்கு நிலையில் உள்ளமையால் இவை பெண்களை விட ஆண்களிடமே மிகுதியாக வெளிப்படுகின்றன. எனினும் சில பால் சார் ஒங்கு நிலைப் பண்புடைய ஜீன்களும் உள்ளன. X-குரோமோசோமில் பற்சிப்பி (enamel) மரபணு உள்ளது. இம்மரபணு ஒங்குநிலை மாறுபட்ட புணர் (heterozygous) நிலையில் கூட வெளிப்படுகிறது. மேலும் இரண்டு X-குரோமோசோம்களும் இப்பண்புக்குரிய ஜீன்களும் பெண்களிடம் இரு மடங்கு உள்ளமையால் அவர்கள் தாக்கத்திற்கு உள்ளாவது உறுதி. அத்துடன் ஆண்கள் மூலமாக இக்கோளாறு பரவுவதைப் போலவே பெண்கள் மூலமாகவும் இரு மடங்கு பரவ வாய்ப்புண்டு.





மாறுபட்ட புணர் செல்களுடைய பெண் ஒரே வகைப் புணர் செல்களுடைய ஆண் வகை. இவ்வகைப் பாலிணைவில், பெண் XY அல்லது XO குரோமோசோம்கள் கொண்டுள்ளமையால் X வகை, Y வகை அல்லது O வகை என இரு வகைச் சினைகள் உருவாகின்றன. எனவே இரு மாறுபட்ட புணர் செல் வகையாகும். ஆணில் (XX) ஒரே வகையான (X வகை) விந்துச் செல்கள் உண்டாகின்றன. ஒரு மடங்கு இருந்தாலே பெண்ணில் வெளிப்படும் பால்சார் ஒடுங்கு நிலைப் பண்பு ஆணில் வெளிப்படுவதற்கு இரு மடங்கு மரபணுக்கள் தேவைப்படும். இவ்வகைப் பால்சார் மரபு வழி முன்னர்க் கூறிய நிலையில் எதிரிடை (reciprocal) ஆகும். இது கோழி வகையிலும் சில பூச்சியினத்திலும் (moths) காணப்படுகிறது.

கோழிகளில் பால் சார் மரபு வழி. மூடப்பட்ட இறகுகள் (plumage (B)) (XY) உள்ள பெண் கோழியும் (non-barred plumage) மூடப்படாத இறகுகள் (bb) உள்ள ஆண் கோழியும் (XX) இணைந்தால் முதல் தலைமுறை ஆண்கோழி மூடப்பட்ட இறகுகள் மாறுபட்ட புணர் நிலையுடையதாகவும் (Bb) பெண் கோழி மூடப்படாததாகவும் (b) இருக்கும். மூடப்பட்ட இறகுகள் மூடப்படாத இறகுகளைவிட ஒங்கு நிலைப் பண்பாகும். முதல் தலைமுறை ஆண்கோழியும் முதல் தலைமுறைப் பெண் கோழியும் இணைந்தால் இரண்டாம் தலைமுறையில் பின்வரும் விகிதத்தில் ஆண் பெண் கோழிகள் தோன்றும்.

#### ஆண் கோழிகள்:

ஒத்த புணர் செல்களுடைய மூடப்படாத இறகுகள்

$$(bb) = 50\%$$

மூடப்பட்ட இறகுகள் (Bb) =

மாறுபட்ட புணர் செல்களுடைய மூடப்பட்ட இறகுகள்

$$(B) = 50\%$$

மூடப்படாத இறகுகள்

$$(b) = 50\%$$

ஆண்கோழி தன் X குரோமோசோம்களை அடுத்த தலைமுறை ஆண் கோழிகளுக்கும் பெண் கோழிகளுக்கும் செலுத்தும். ஆனால் பெண் கோழி தன் X குரோமோசோம்களை அடுத்த தலைமுறை ஆண் கோழிகளுக்குச் செலுத்தும். இவ்வாய்வில் ஆண் பெண் நிலை மாறியுள்ளதே தவிர மேலே கூறியுள்ள பழ ஈயின் ஆய்வில் உள்ளவாறே அமையும்.

குறுக்கு மறுக்கு இனக்கலப்பு.

மூடப்படாத இறகுகள்

மூடப்பட்ட இறகுகள்

பெண் கோழியும் (b) ஒத்த புணர் செல்களுடைய (barred) ஆண்கோழியும் (BB) இணைவது பழ ஈயில் காட்டியுள்ள இணைவின் திருப்பு முறை அல்லது மாறுமுறை (9:1B) ஆகும். இதில் பெற்றோர்த் தலைமுறைப் பெண்கோழி, தன் பால்சார் ஒடுங்கு பண்பை இரண்டாம் தலைமுறைப் பெண் கோழிக்கு முதல் தலைமுறை ஆண் மூலமாகச் செலுத்துகிறது. இவ்வகை இணைவு இருமுறை ஆண்பால் இணைவு எனப்படுகிறது.

ம. மோசன்

### பால் சுரப்பி (கால்நடை மருத்துவம்)

பசு, எருமை, ஆடு ஆகியவற்றின் மடியில் பால் சுரக்கிறது. பசு, எருமைகளுக்கு 4 சுரப்பிகளும், ஆட்டிற்கு 2 பால் சுரப்பிகளும் உள்ளன. மடியில் குருதி நாளங்களும், நரம்புகளும், நிண நாளங்களும் உள்ளன. பால் சுரப்பி ஒவ்வொரு பருவத்திலும் முறையே இளங்கன்று, பருவம் அடைந்த வயது, சிணையான தருணம், சினைப் பருவம் முழுவதும் வளர்ச்சியடைந்து வருகிறது. பால் சுரப்பிகள் நன்கு வளர்ச்சியடையதற்கு, அதன் உடல் நலமும், நாளமில்லாச் சுரப்பு நீரும் அடிப்படையாகும்.

பால், பால் சுரப்பிகளில் உள்ள நுண்குமிழ் (alveolar) அமைப்புடைய செல்களில் உற்பத்தியாகிறது. நுண்குமிழ்ச் செல்களைச் சுற்றிக் குருதிக் குழாய்கள் உள்ளன. பால் நுண்குமிழ்ச் செல்களில் உள்ள சைட்டோப்பிளாசுத்திலிருந்து வெளியே தள்ளப்பட்டு, நுண்குமிழ்க் குழாய்க்குச் செல்கிறது. பல நுண்குமிழ்க் குழாய்கள் ஒருங்கிணைந்து பெரிய குழாயாகி, பால் தங்கும் அறையில் சேரும். இங்கிருந்து பால், காம்பு வழியாகக் கறக்கப்படுகிறது.

பால் சுரப்பியில், பால் சுரப்பதற்கு முதற்காரணம் புரோலேக்ஷன் என்னும் முன் பிட்டுட்டரி நாளமில்லாச் சுரப்பி (anterior pituitary) சுரக்கும் சுரப்பு நீர் ஆகும். மேலும் கன்று மடியில் ஊட்டுமபோதும், கறப்பவர் மடியைக் கழுவித் தடவி விடும்போதும், அது உண்டாக்கும் உணர்வு அலைகள் பிட்டுட்டரிச் சுரப்பியிலிருந்து சுரப்பு நீரை வெளிப்படுத்தி, பால் சுரப்பை உண்டாக்கும். முன் பிட்டுட்டரி சுரப்பு நீர் எவ்வாறு பால் சுரப்பை உண்டாக்குகிறதோ, அது போலப் பின் பிட்டுட்டரி

சுரப்பு நீர் பால் வெளியேறுவதற்கு உதவுகிறது. சிறுநீரகப் புறணிச் (adrenal cortex) சுரப்பு நீர், பால் சுரக்கும் 10 மாதம் வரை மிகவும் தேவைப்படுகிறது. இச்சுரப்பு நீர் இல்லையெனில் பால் சுரக்காது. தைராய்டு, பாரா தைராய்டு சுரப்பு நீரும் பால் சுரப்புக்கு இன்றியமையாதது.

ஈஸ்ட்ரோஜன் சுரப்பு நீர் குருதியில் இருப்பதைப் பொறுத்து, பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி இயக்கப்படுகிறது. மாடு, கன்று ஈனும் வரை அதன் குருதியில் ஈஸ்ட்ரோஜன் சுரப்பு நீர் மிகுந்து இருக்கும். இதனால் முன் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி ஊக்குவிக்கப்படாமல் அடங்கியே இருக்கும். கன்று ஈன்றவுடன் ஈஸ்ட்ரோஜன் சுரப்பு நீர் குருதியில் குறைந்துவிடும். உடன் முன் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி ஊக்குவிக்கப்பட்டுப் புரோலேக்டின் சுரப்பு நீர் குருதியில் மிகுந்து, பால் சுரப்பி ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. மடியில் பால் கூடுதலாகச் சுரந்து, பால் அழுத்தம் உண்டாகிறது. இந்த அழுத்தம் முதல் பால் சுரப்பு முடிந்தவுடனிலிருந்து அடுத்த வேளை மறுபால் சுரப்பு வரை ஏறிக் கொண்டே இருக்கும்.

மடியைக் கழுவும்போதும், கன்று ஊட்டும்போதும், உண்டாகும் உணர்ச்சி அலைகள் பால் சுரப்பித் தசைகளை வீங்கச் செய்து, குருதி நாளங்களில் செல்கிறது. இதனால் அழுத்தம் மேலும் கூடுதலாகிப் பால் சுரக்கும்போது பால் வெளியே வருகிறது. இதைப் போன்றே ஆக்சிடாசின் என்னும் பின் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி சுரக்கும் சுரப்பு நீர் நுண்குமிழ் அமைப்புடைய செல்லைச் சுற்றியுள்ள தசை நார்களை இறுகச் செய்து, பால் வெளியே செல்ல உதவுகிறது.

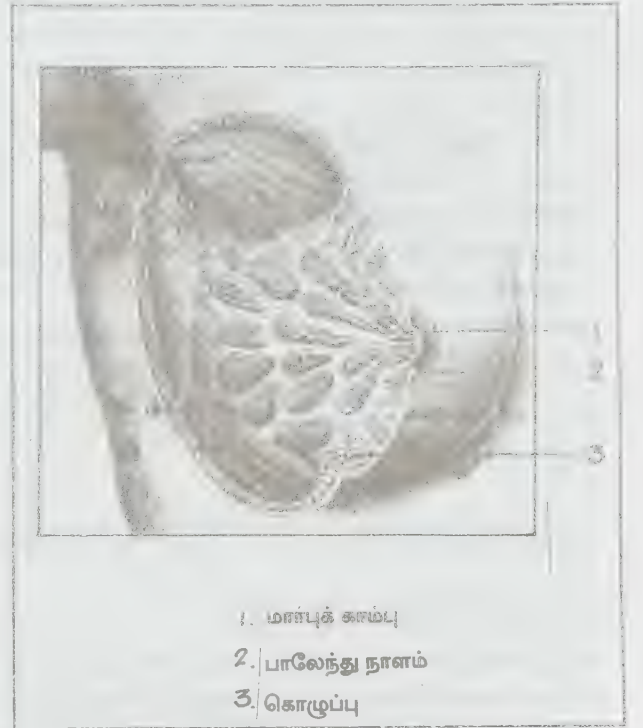
தே.வெ. நித்தியானந்தன்

## பால் சுரப்பி (மருத்துவம்)

பாலுரட்டிகளின் மாம்பகங்கள் பால் சுரப்பிகளாகப் (mammary glands) பணி புரிகின்றன. கருவுற்ற முதல் வாரங்களில் மாம்பகங்களில் தொடு வலியும், கூருணர்ச்சியும் காணப்படுகின்றன. 2 ஆம் மாதத்தில் அவை அளவில் அதிகரிக்கின்றன. மாம்பகம் மிகை வளர்ச்சியடைவதால் தோலின் அடியில் கழலைகளும் காணப்படுகின்றன. மாம்புக் கம்புகள் பெரியவையாகி, கரு திறமடைந்து, விறைத்துவிடுகின்றன. சில மாதங்களில் சீயம்பால் எனப்படும் அடர்த்தி மிக்க மஞ்சளான நீர்மம் வெளிப்படுகிறது. மாம்பகத்தின் சுற்றுப்பகுதியும் அகலமடைந்து, நிறமாற்றமடைகிறது. முகட்டு வட்டம் அ.க.15-13அ

எனப்படும் மாம்பகத்தைச் சுற்றியுள்ள கருமைப் பகுதியில் காணப்படும் திட்டுகள் மிகை வளர்ச்சியடைகின்றன.

கருவின் முன் பகுதியில் காணப்படும் புறத்தோல் முசடுகள், இரண்டு பக்கங்களிலும் முன் காணப்படுகிறது. சில கால்கள் வரை காணப்படுகின்றன. இவ்விரட்டை மொட்டுகள் அனைத்தும் மறைந்து ஓர் இரட்டை மட்டும் மாப்பில் நிலைத்து நின்று மாம்பகங்களாக மாறுகின்றன. அவற்றிலிருந்து உருவாகும் இணைநிலை மொட்டுகள், முதிர்ந்த மாம்பகங்களின் நாள மண்டலமாக அமைகின்றன. இவை பகுப்படைந்து கன சதுர வடிவச் செல்களின் அடுக்குகளாக மாறி, மையத்தில் துளையுடன் காணப்படுகின்றன. செல்களின் உள் அடுக்குச் சுரப்பு புறப் பொருளாக மாறி, பால் வெளிப்படுவதற்கான உத்தியை உண்டாக்குகிறது. பெண் பூப்பெய்தும்போது, ஈஸ்ட்ரோஜன் உற்பத்தி மிகுவதால் மாம்பகங்களும் விரைவாக வளர்ச்சியடைகின்றன.



பால் சுரப்பிகள் (mammary glands)

அண்டம் வெளிப்படும்போது உற்பத்தியாகும் புரோஜெஸ்டிரான் மாம்பக வளர்ச்சியை தூண்டி, வருங்காலப் பால் சுரப்பு நிலைக்கு ஆயத்தம் செய்கிறது. குழந்தை பிறந்த



2ஆம் நாளில் சிறிதளவு சீயம் பால் மார்க்காம்பிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. வழக்கமான பாலவிடச் சீயம்பாலில் குளோபிலின் மிகுந்த புரதங்களும், கனிமங்களும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் சர்க்கரையும், கொழுப்பும் குறைவாகவே உள்ளன. நாளடைவில் சீயம்பால் இயல்பான பாலாக மாறுகிறது. சீயம்பாலில் காணப்படும் தடுப்பாற்றல் புரதங்கள் (IgA) நோய் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன. பாலில் புரதம், லாக்டோஸ், நீர், கொழுப்பு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. பாலில் காணப்படும் முதன்மையான புரதங்களாகக் கேசின், ஆல்பா லாக்டல்புமின், பீட்டா லாக்டோ குளோபிலின் ஆகியன விளங்குகின்றன. முதன்மையான அமினோ அமிலங்கள் குருதியிலிருந்து கிடைத்தாலும் சில மார்க்கச் சுரப்பியிலேயே உருவாக்கப்படுகின்றன.

புரொஜெஸ்டிரான், ஈஸ்ட்ரோஜன், லாக்டோஜன், புரோலாக்டின், கார்டிசோல், இன்கலின் ஆகியவை மார்க்கத்தின் பால் சுரப்புப் பகுதியின் வளர்ச்சியையும், முதிர்ச்சியையும் ஊக்குவிக்கின்றன. தாய் சேய் இணைப்பு வெளி வந்தவுடன் புரொஜெஸ்டிரான், ஈஸ்ட்ரோஜன் ஆகியவற்றின் அளவு குறைகிறது. இதனால் பால் சுரப்பு தொடங்குகிறது. புரோலாக்டினும் பால் சுரப்பில் பெரும்பங்கு பெறுகிறது. பிட்யூட்டரி உற்பத்தி செய்யும் ஆக்சிடோசின் பால் சுரந்து வெளிப்படுவதை ஊக்குவிக்கிறது. பொதுவாக நீரில் கரையும் மருந்துகள் சீயம்பாலிலும், கொழுப்பில் கரையும் பொருள்கள் தாய்ப்பாலிலும் நிறைந்து காணப்படுகின்றன.

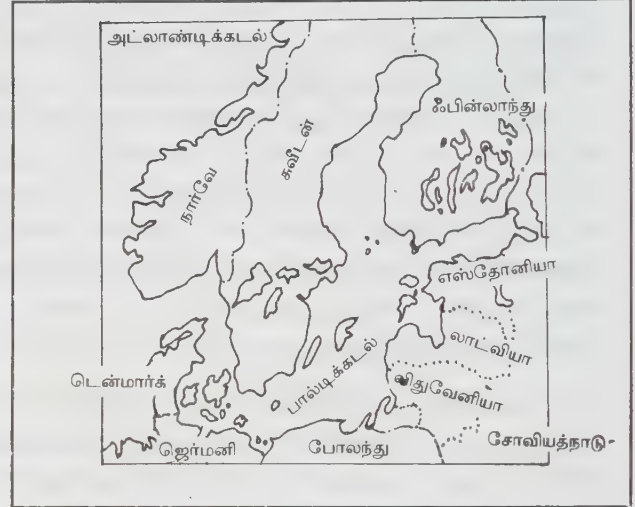
சாரதாசுதிரேசன்

துணைநூல். Jack A. Pritchard and et.al., *Obstetrics*, Sixteenth Edition, Appleton Century Crofts Publication, New York, 1971.

## பால்டிக் கடல்

இது ஐரோப்பிய கண்டத்தின் வட பகுதியில், அட்லாண்டிக் கடலில் ஒரு கரம்போல் நீண்டு வளைந்து அமைந்திருக்கும் கடலாகும். போத்னியா, ஃபின்லாந்து, ரீகா ஆகிய வளைகுடாக்கள், கண்டத்தின் வடபகுதியில் உள்ள நாடுகளின் மிக உள்ளீடான நிலப்பகுதிகளை இக்கடலுடன் இணைக்கின்றன. டென்மார்க், கலீடன், ஃபின்லாந்து, சோவியத் நாடு, எஸ்தோனியா, லாட்வியா, லிதுவேனியா, போலந்து, ஜெர்மனி ஆகிய நாடுகள் இக்கடலைச் சூழ்ந்து திற்பவையாகும்.

இக்கடலின் பரப்பளவு 4,14,400 ச.கி.மீ. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் எழுச்சிமிக்க பேரலைகளுக்கு ஸ்காகெர்க், கேட்டிகட் ஆகிய கடற்பகுதிகளை அடுத்துள்ள டென்மார்க் தீவுத்தட்டுகள் அரணாக அமைந்துள்ளன. இக்கடலைச் சூழ்ந்துள்ள பல நாடுகளிலிருந்தும் இதனை அடையும் பல ஆறுகளின் நீரோட்டத்தால் இதன் உவர்ப்பியம் குறைவாக உள்ளது.



பால்டிக் கடல்

நெவா, நர்வா, நமான், டவினா ஆறுகள் கிழக்கேயிருந்தும், விஸ்டுலா, ஒடர் ஆகியவை தென் திசையிலிருந்தும், டால் ஆல்கர்மென், உமே, டார்னே ஆகியவை மேற்கேயிருந்தும் இக்கடலை அடைகின்றன. உவர்ப்புத்தன்மை ஆயிரத்திற்கு 5-15 பங்கு என்னும் அளவேயாகும். இந்தக் குறைந்த உவர்ப்புத் தன்மையால் குளிர்காலத்தில் நீர் விரைவாக உறைகிறது. கடலின் ஆழம் மேற்குக் கரையோரமாக மிகுந்தும், அங்கிருந்து கிழக்கேயும் தெற்கேயும் படிப்படியாகக் குறைந்தும் உள்ளது. மேற்குக் கரையோரமாக 471 மீ. மிகை ஆழமும், சராசரி 55 மீ. ஆழமும் கொண்டுள்ளது. ஆங்காங்கே மணல் திட்டிகளும் நீரில் மூழ்கிய பாறைகளும் நிறைந்துள்ளமையால், கடலின் மேற்பரப்பில் வீசும் காற்றின் திசை நிலையாக இல்லாமல் அடிக்கடி மாறிவிடுவதாலும், அதன் காரணமாகக் கடலின் பல்வேறு பகுதிகளில் நீரின் மட்டம் உயர்வதும், தாழ்வதுமாகவும் இருப்பதாலும், அடிக்கடி புயல் வீசுவதாலும், கப்பல் போக்குவரத்துக்குப் பேரிடர் விளைவிக்கும் கடலாக இது கருதப்படுகிறது. இருப்பினும் 9 ஆம் நூற்றாண்டு



முதற்கொண்டு கடலைச் சுற்றியுள்ள நாடுகளுடனும் வெளிநாடுகளுடனும் வாணிபத்திற்கு இக்கடல் பெரு வழியாக அமைந்துள்ளது. கீல் கால்வாய் வட கடலுடனும் பால்டிக் கால்வாய் வெண்கடலுடனும் இக்கடலை இணைக்கின்றன.

எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

## பால் பண்ணை

பால் பண்ணைத் தொழில் பெரிதும் வளர்ச்சியடைந்துள்ள நாடுகளில் தொழிலின் தீவிரத் தன்மையைப் பொறுத்து அவை சிறப்புப் பால் பண்ணை, பலதுறைப் பண்ணை, துணைத் தொழில் பால் பண்ணை என்று மூன்று பிரிவுகளாக உள்ளன. சிறப்புப் பால் பண்ணையில் தீவனங்கள் வெளியிலிருந்து வாங்கிப் பயன்படுத்தப்படுவதுடன் பண்ணையின் மொத்த வருவாயும் பால் பண்ணையிலிருந்து பெறப்படுகிறது. பலதுறைப் பண்ணைகளில் பல கால்நடை இனங்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. இது ஏறக்குறையக் கலப்புப் பண்ணை எனலாம். மூன்றாம் வகைப் பண்ணையில் பெரும்பான்மை வருவாய் விவசாயத்திலிருந்தும் பால் பண்ணையிலிருந்தும் பெறப்படும்.

வளர்க்கப்படும் கால்நடைகளின் அடிப்படையில் பால்பண்ணை தனி இனப்பண்ணை, விற்பனைக்கான பால் உற்பத்திப் பண்ணை எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தனி இனப் பண்ணையில் தனிப்பட்ட இனங்கள் பராமரிக்கப்பட்டு அவற்றின் வளர்ச்சியே குறிக்கோளாக உள்ளது. மற்ற வகைப் பால் பண்ணையில் பால் உற்பத்திக்கெனவே மாடுகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. சிறப்புப் பண்ணை, கலப்புப் பண்ணை, இந்தியப் பால் பண்ணை என இரு பிரிவுகளாக உள்ளது. விவசாய நாடாக உள்ளமையால் விவசாயத்துடன் ஒருங்கிணைந்த கலப்புப் பண்ணையே இந்தியாவிற்கு ஏற்றது.

கறவை மாடு தேர்வு. பால் உற்பத்தித் திறன் மிகுந்த கறவை மாடு கொண்ட பண்ணை அமைக்க வேண்டுமானால் தனிப்பட்ட மாடுகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் கவனம் செலுத்த வேண்டும். ஒரே இனத்தில் மாட்டிற்கு மாடு தரத்தில் வேறுபாடு காணப்படுவதால் ஒவ்வொரு மாட்டின் தேர்வும் முதன்மையாகிறது. கறவை மாடு தேர்வில் பின்வரும் விவரங்களைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

சிலர் குறிப்பிட்ட சில இனக் கறவை மாடுகளை விரும்பக்கூடும். அதனால் அந்த இனங்களை வளர்ப்பதில்

அவர்கள் முழுத துறமையும் காட்டுவர். ஆனால் வேறு இனங்களை வளர்க்க வேண்டுமென்றால் அவர்களின் ஆர்வம் குறையக்கூடும்.

பண்ணை அமைக்க வேண்டிய பகுதியில் பரவலாகக் காணப்படும் இனத்தைப் பண்ணையில் வளர்ப்பது சிறந்தது. இதனால் மாடு வளர்ப்புப் பற்றிய கருத்துப் பரிமாறல்களுக்கு வழி ஏற்படும்; மேலும் தேவைக்கு அதிகமான கால்நடைகளை விற்கவும் இயலும்.

தேர்வு செய்யப்படும் இனம் அப்பகுதியின் தட்ப வெப்ப நிலைக்கு ஏற்றதாக இராவிடில் வளர்ச்சி குன்றும். சில இனங்கள் எந்தத் தட்ப வெப்ப நிலையிலும் வளரும். மேனாட்டு இனங்களும் அவற்றின் கலப்பினங்களும் வெப்பமிகு பகுதிகளில் வளர்வதில்லை. இந்தியச் சூழ்நிலையில் பால் பண்ணை அமைக்க எருமையே ஏற்றது. எருமை, பசுவைவிடக் கூடுதல் பாலும் பால் கொழுப்பும் கொடுக்கிறது. கறவை இனங்களான சிந்தி, காகிவால் போன்ற பசுவினங்கள் பண்ணைக்கு ஏற்றவை. தற்போது கலப்பினப் பசு பண்ணைக்கு ஏற்றதாக உள்ளது. பொதுவாகத் தனிப்பட்ட மாடுகளின் தேர்வு உற்பத்திப் பதிவேடு, பரம்பரைத் தோற்றம் இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. இவற்றுள் ஒன்றோ, ஒன்றிற்கு மேற்பட்டவையோ தேர்வு செய்யத் தேவைப்படும்.

உற்பத்தி பற்றிய ஆவணங்கள் வருவாய் மிகுதியாகத் தரும் பசுவைத் தேர்ந்தெடுக்க நம்பிக்கையான வழியாகும். அனுபவமிக்க பண்ணையாளர் உற்பத்தித்திறன் குறைந்த ஒரு பசுவைத் தரமான பசுக்களிலிருந்து விரைவில் கண்டுபிடித்துப் பிரித்து விட முடியும். மிக அதிக அளவு பால் கொடுக்கும் பசு நடுத்தரமான பசுவை விட நன்மையளிக்கக்கூடியது. ஏனென்றால் அது பெரும்பான்மை தீவனத்தைப் பாலாக மாற்றக்கூடியது. நடுத்தரமான பசு அதிக உடல் எடையையே பெறுகிறது. ஆவணங்கள் அடிப்படையில் தேர்வு செய்யப்படும் போதும் எந்தச் சூழ்நிலையில் ஆவணங்கள் எழுதப்பட்டன என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். உற்பத்தித் திறன் மிகுந்த மாடு சீராகப் பராமரிக்கப்படாவிடில் குறைந்த பாலே கொடுக்கும். எனவே உற்பத்தி ஆவணங்களை மட்டும் கருத்தில் கொண்டு தேர்வு செய்வது தவறாக அமையக்கூடும்.

பாரம்பரியம். பாரம்பரிய மரபு வழிக் குறிப்புகள் பொலிக் காளைத் தேர்வில் மிகவும் பயன்படுகின்றன. கன்று, தாய் தந்தையரின் குணங்களைக் கொண்டுள்ளமையால் பரம்பரைக் குறிப்புகள் தனிப்பட்ட மாடுகளைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இவை உற்பத்தித் திறனைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுவதில்லை. பொலிக் காளைத் தேர்வில்

பாரம்பரியம் மிகவும் பயன்படுகிறது. தூய இனக் கால்நடைப் பெருக்கத்திற்குப் பாரம்பரியம் மிகவும் தேவைப்படுகிறது.

தோற்றம். பொதுவாகப் பால் பசு தோற்றத்தின் அடிப்படையில் வாங்கி விற்கப்படுகிறது. சராசரியான உற்பத்தித் திறன் பெற்ற மாடுகளை வல்லுநர்கள் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். ஆனால் உற்பத்தித்திறன் குறைந்தவற்றைத் தனிப்பட்ட தேர்வு மூலம் பெருவாரியாகத் தேர்ந்தெடுப்பது கடினம். ஆனால் சிறந்த கறவை மாட்டின் தோற்றப் பண்புகளின் அடிப்படை விவரங்கள் பண்ணையாளர் களுக்குத் தேவைப்படும். ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட தோற்றம் கொண்ட கறவை மாடுகளை வளர்ப்பதே நல்லது.

தோற்றத்தின் அடிப்படையில் மாடுகளைத் தேர்ந்தெடுக்க, பொதுவான தோற்றம், கறவைக் குணம், உடல் அளவு, மடி வளர்ச்சி பற்றிய விபரங்களை ஆராய வேண்டும். பசு காண்பதற்குக் கவர்ச்சியாக இருக்க வேண்டும். பெண்மை நோக்கு காணப்பட வேண்டும். உடலின் உறுப்புகள் அளவோடு இருப்பதுடன் அழகாகப் பொருந்தியிருக்க வேண்டும். மாடு மனங்கவரும் அமைப்பும் அழகிய நடையும் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

கறவைக் குணம் பால் உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. வேலைத்திறனுக்கும் இறைச்சிக்கும் வளர்க்கப்படும் மாடுகளின் தோற்றம் கறவை மாடுகளின் தோற்றத்தினாலும் மிகவும் வேறுபட்டது. கறவைக் குணம் கொண்ட மாடு முக்கோண அமைப்பில் இருக்கும். முன்புறம், மேற்புறம், பக்கவாட்டில் முக்கோண வடிவில் உடலமைப்பு இருக்கும். இதனால் மார்புப் பகுதி, முதுகுப் பகுதி, வயிற்றுப்பகுதி ஆகியன அகன்று இருப்பது புலனாகும். இத்தகைய மாடுகள் நல்ல உடல் நலமும், வளர்ச்சியும் பெற்று உற்பத்தித் திறன் மிகுந்து இருக்கும். உறுப்புகள் அளவாகவும் தேவையற்ற கொழுப்புச் சேமிப்பு இன்றியும் இருக்க வேண்டும். கால்கள் மிக நீளமாக இருக்கக்கூடாது.

பசுவின் உடல் அளவு அகன்று இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் அது அதிக அளவு தீவனத்தை உட்கொள்ள முடியும். குறுகிய மற்றும் ஆழமற்ற வயிற்றுப் பகுதியுள்ள மாடுகள் அதிக தீவனத்தை உட்கொள்வதில்லை. ஆகவே பாலின் அளவு குறைவாகக் காணப்படும். பெரிய உதட்டுப் பகுதியும், மெல்லிய தளர்ந்த தோலும் கூடுதலாகத் தீவனம் உட்கொள்ளும் திறனைக் குறிக்கின்றன.

ஒரு பசுவின் பால் உற்பத்தித் திறனின் அளவுகோல் அதனுடைய மடி வளர்ச்சி எனலாம். இந்தக் குணத்திற்கே சிறப்புக் கொடுக்கப்படுகிறது. பெரிய தளர்வு இல்லாத மடி

தரமான பால் உற்பத்தியைக் குறிக்கும். காம்புகள் சீராகவும், சரியான நீளமும் அளவும் கொண்டு, உருளை வடிவத்திலும் உப்புறம் எந்த அடைப்பும் இன்றியும் இருக்க வேண்டும். பால் சிரைகள் (mammary vein) நீண்டும் வளைத்தும் பெரியவையாகவும் கிளைகளுடனும் இருக்கும்.

கிடேரி. தோற்றத்தின் அடிப்படையில் கிடேரிகள் தேர்வு செய்வது நம்பத்தகுந்த வழியன்று. சிறிய கால்நடைகளின் உடலமைப்பு, பெரிய கால்நடைகளின் உடலமைப்பினின்றும் மாறுபட்டது. சிறிய வயதுக் கன்றில் கால்கள் நீண்டும், உடல் குறுகியும், பால் சுரப்பி வளர்ச்சியின்றியும் காணப்படும். அதனால், கிடேரித் தேர்வில் வயதைப் பொறுத்துத் தேவையான விவரங்களைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

பால் பண்ணைத் தொழில் பரிந்துரைகள். ஒவ்வொரு மாட்டிலிருந்தும் அதிக அளவு உற்பத்தியைப் பெற வேண்டும். பால் பண்ணைத் தொழிலில் ஒவ்வொரு மாடும் தனிப்பட்ட முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படல் வேண்டும். தரமான பொருள்களை உற்பத்தி செய்து அதனை விற்பனை செய்வது மூலம் நேரிடையாகவும் மறைமுகமாகவும் பண்ணையாளருக்கு மிகு வருவாய் கிடைக்கும். தரம் மிகுந்த பொருள்களால் வாடிக்கையாளர்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்.

பால் பண்ணையில் மாறுபாடான தொழில்களைத் தொடங்க வேண்டும். பால் விரைவில் கெடக்கூடிய பொருளாக இருப்பதால் சில சமயம் விலை அதிகரிப்பினால் விற்பனை செய்யப்படாமல் தொழிலில் இடர் ஏற்படுத்தும். மிகுதியான பாலை மிகக் குறைந்த விலைக்கே விற்க நேரிடும். இந்த மிகுதிப் பாலில் கொழுப்புச் சத்து பிரிக்கப்பட்டுக் கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால் (skim milk) கன்றுகளுக்கு உணவாகப் பயன்படுகிறது. பால் பொருள்களுக்கு விளம்பரம் செய்ய வேண்டும். பாலும் பால் பொருள்களும் குழந்தைகளுக்கு மட்டுமல்லாமல் பெரியவர்களுக்கும் மிகச் சிறந்த உணவாகும். இதனால் பாலுக்கும் பால் பொருள்களுக்கும் விற்பனை வசதிகளைப் பெருக்க விளம்பரம் தேவை.

மண் வளப் பாதுகாப்பு பால் பண்ணைத் தொழில் மூலம் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. மண் அரிப்பினைத் தடுக்கும்புல்வெள்ளி, நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் பயறுவகை, தானியத் தாவரங்கள், அதிக அளவு எரு மீண்டும் நிலத்தில் சேரல், உலர் பொருள், தானியங்களைத் தீவனத்தில் பயன்படுத்துவது ஆகியவற்றைப் பால் பண்ணைத் தொழில் மூலம் பெறலாம்.

இரா. வசந்தகுமார்



## பால் பதப்படுத்துதல்

இது உடல்நலப் பாதிப்பற்ற முறையில் பாலைப் பதப்படுத்தி (pasterisation) விற்பனை செய்வதைக் குறிக்கிறது. லூயிபாஸ்டர் என்னும் அறிவியலார் முதன்முதலில் ஓயின் பானத்தை 140°F வெப்பநிலைக்கு உயர்த்துவது மூலம் பல பாக்டீரியாக்கள் அழிந்துவிடுகின்றன என்றும் அதனால் அப்பாணம் தீண்ட நாள்கள் கெடாமல் இருக்கும் என்றும் கண்டுபிடித்தார். இந்த அடிப்படையில் பாலில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் அனைத்தும் அழிக்கப்படத் தேவையான வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கிப் பின் வேறு நுண்ணுயிரிகள் வளராவண்ணம் குளிர்ச்சிப்படுத்தப்படும். இதற்குப் பால் பதப்படுத்துதல் என்று பெயர்.

பதப்படுத்துதலில் 142°F-145°F வெப்பநிலைக்குப் பாலைச் சூடாக்கி அதே வெப்ப நிலையில் 30 நிமிடங்கள் வைத்திருந்து பின்பு விரைவாக 50°F அல்லது அதற்குக் குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குளிர வைக்கவேண்டும். பதப்படுத்துவதற்குப் பெரும்பாலும் இரு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவைகொதிகலம் அல்லது இருத்தியில் வைக்கும் முறை என்றும், திடீர்ப் பதப்படுத்தும் முறை என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. பாலைப் பதப்படுத்துவதால் பாலில் உள்ள நோய் நுண்ணுயிரிகள் அழிக்கப்பட்டுத் தீங்கற்ற பால் கிடைக்கிறது. பாலில் உள்ள லாக்டிக் அமிலம் பாக்டீரியாவின் எண்ணிக்கையினைக் குறைத்துப் பாலைத் தீண்ட நேரம் கெடாமல் வைக்க உதவுகிறது.

பால் பதப்படுத்துதலைப் பற்றிச் சில குறைகளும் கூறப்படுகின்றன. பதப்படுத்தப்பட்ட பாலில் வளரும் நுண்ணுயிரிகள் ஊறுவினைவிக்கும் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன என்று கூறப்படுகிறது. ஆனால் பாலின் கொதி நிலையில் உயிருடன் இருக்கும் சில நுண்ணுயிரிகள் பதப்படுத்தல் முறையிலும் அழிவதில்லை. இருப்பினும் பதப்படுத்தல் முறையில் சேமித்து வைக்கப்படும் பாலில் இவற்றின் பாதிப்பு குறைவு எனலாம். பதப்படுத்தப்பட்ட பாலை அருந்தி வளரும் குழந்தைகள் நன்கு வளர்ச்சியடைவதில்லை எனக் கூறப்பட்டது. ஆனால் பல நேரடி ஆய்வுகள் இது தவறான கருத்து என்று காட்டியுள்ளன.

பதப்படுத்தப்பட்ட பாலில் நுண்ணுயிரிகள் உற்பத்தி செய்யும் நச்சுப் பொருள்கள் அழிவதில்லை என்றும் கூறப்படுகிறது. ஆனால் பாலைப் பதப்படுத்தாமல் அருந்தினாலும் இந்நச்சுப் பொருள்களின் பாதிப்பு இருக்கும். பாலில் நச்சுப் பொருள்கள் இருந்தால் பால் உற்பத்தி தூய்மையாக மேற்கொள்ளப்படவில்லை எனலாம். எனவே

அத்தகைய பாலை நேரிடையாகவோ பதப்படுத்தியோ பயன்படுத்தக்கூடாது. பதப்படுத்தல் மூலம் தூய்மையற்ற பால் மறைக்கப்பட்டு விற்பனை செய்யப்படக்கூடும் எனக் கருதப்பட்டது. பதப்படுத்தப்பட்ட பால்தயாரிக்கவும் தூய்மையான தேவை என்பதால் தூய்மையற்ற பால் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை எனலாம். பதப்படுத்தலால் பாலில் வேதி விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன என்றும் இயற்கையான நொதிகள் அழிக்கப்படுகின்றன என்றும் கூறப்படுகிறது. ஆனால் இந்த நொதிகள் எந்த விதத்திலும் செரிமானத்தில் பங்கேற்கப் போவதில்லை என்பதால் இக்கருத்தும் தவறு என்று உணரலாம். எனவே பதப்படுத்துதல் சிறந்த பால் பெறவும், நோய் நுண்ணுயிரிகள் அற்ற பாலைப் பெறவும் ஏற்ற முறை என்று தெரிகிறது.

பதப்படுத்தும் முறையால் பாலில் உள்ள வைட்டமின் 'A' கெரோட்டின், வைட்டமின் 'D' அழிவதில்லை. வைட்டமின் 'E' 'K' ஆகியன ஓரளவிற்கு அழிந்துவிடுகின்றன. பல 'B' காம்ப்ளெக்ஸ் வைட்டமின்கள் இம்முறையில் அழிவதில்லை. பதப்படுத்தல் முறையால் பாலில் உள்ள அனைத்துப் பாக்டீரியாக்களும் அழிவது இல்லை. வெப்பம் தாங்கும் நுண்ணுயிரிகளான ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ், மைக்ரோகாக்கஸ் லாக்டோபேசிலஸ் போன்றவை பதப்படுத்தும் முறையில் அழிக்கப்படுவதில்லை.

பதப்படுத்தல் முறைகள் இரண்டு வகைப்படும். இதில் முதல் முறையான இருத்தி வைக்கும் முறைப்படி பால் 142°F-145°F வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்பட்டு 30 நிமிடங்கள் அதே வெப்பநிலையில் இருத்தி வைக்கப்பட்டுப் பின் 50°F வெப்பநிலையில் விரைவில் குளிர வைக்கப்படுகிறது. இதில் பல வகையான கொதிகலன்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு ஒவ்வொரு முறையும் குறிப்பிட்ட பால் பதப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் கொதிகலன்கள் பல்வேறு வகையாகக் கிடைக்கின்றன. சுழற்சுழாய் அமைப்பு கொண்ட கொதிகலன், கண்ணாடி இணைந்த தொட்டி வடிவக் கொதிகலன், விசைத் தெளிப்பான் போன்ற கொதிகலன் புட்டிகளில் நேரடியாகப் பதப்படுத்துதல் ஆகியன பயனாகின்றன.

பிறிதொரு முறை, தொடர்ச்சியான முறை (continuous method) எனப்படுகிறது. மிக அதிக அளவு பால் பதப்படுத்தப்பட வேண்டி இருப்பின் இம்முறை பயன்படுகிறது. பாலைச் சூடாக்குவது, அதே வெப்பநிலையில் இருத்தி வைப்பது, பின் குளிரச் செய்வது ஆகிய அனைத்துப் பணிகளும் தொடர்ச்சியாகச் செய்யப்படுகின்றன. இம்முறையில் பால் சேமிப்புத் தொட்டியில் இருந்து எஃகினாலான



கொதிகலன்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு 148°F வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்படுகிறது. பின்னர் புட்டிகளில் அடைக்கும் எந்திரத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுத் தானியங்கி முறையில் புட்டிகளில் அடைக்கப்பட்டு மேல் மூடியிடப்பட்டு 30 நிமிடங்கள் அதே வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டுப் பின் குளிர வைக்கப்படுகிறது.

புட்டிகளில் அடைத்துப் பதப்படுத்துதல் முறையில் பால், புட்டிகளில் அடைக்கப்பட்டு ஒரு கொதிகலனில் வைத்து மூடப்பட்டுச் சூடாக்கப்படுகிறது. தேவையான வெப்பம் பெற நீராவி பயன்படுகிறது. பின்னர் புட்டிகளின் மேல் சுடுநீரும் குளிர் நீரும் தெளிக்கப்பட்டுப் புட்டிகள் குளிர வைக்கப்படுகின்றன.

பதப்படுத்தும் முறைகளில் பல புதிய மாறுதல்கள் தேவைக்கேற்பச் செய்யப்படுகின்றன. பல அறை கொண்ட முறையில் பால் தொடர்ச்சியாகப் பல அறைகளில் செல்கிறது. பொதுவாக மூன்று அறைகள் அமைக்கப்பட்டுச் சூடாக்கல், இருத்தல், குளிரச் செய்தல் பணிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. சில அமைப்புகளில் எஃகுத் தகடுகளில் ஒருபுறம் பால் சூடாக்கப்படும், மறுபுறம் குளிரவைக்கப்படும் செல்கிறது. அல்லது பால் சூடான குழாய்களின் மேல் கொண்டு செல்லப்பட்டு 160°F-170°Fஇல் திடீரென்று குளிரவைக்கப் படுகிறது. இம்முறையில் சில குறைபாடுகள் உள்ளன. ஒரே அளவு வெப்பநிலை சில சமயம் கிடைக்கப் பெறாமையால் பால் ஒரு விதமான சூடாக்கப்பட்ட மணத்தைப் பெறுகிறது. உயர் வெப்பத்தால் பாலின் உயிர்ச் சத்து பாதிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் இரண்டு துணை முறைகள் உள்ளன. அவை கூடுதல் வெப்பம் குறைந்த கால முறையும், ஸ்டாட்ஸாரிசேஷன் (statsaurisation) முறையும் ஆகும். முதல்முறையான கூடுதல் வெப்பம், குறைந்த கால முறையே தற்போது பெரும் அளவிலான பாலைப் பதப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. பால் 160°F வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கப்பட்டு, அதே வெப்பத்தில் 15 நொடி வைக்கப்பட்டுப் பின் குளிர வைக்கப்படுகிறது. குறைபாடு எதுவும் இம்முறையில் வருவதில்லை. இம்முறையில் நன்மைகள் பல உள்ளன. இது தொடர்ச்சியான முறை என்பதால் நேரமிழப்பின்றிப் பால் வந்த சில நிமிடங்களில் பதப்படுத்தப்பட்டுப் புட்டிகளில் அடைக்கப்படுகிறது.

இம்முறைக்கான எந்திரங்களைக் குறைந்த இடத்திலேயே நிறுவலாம். பெரிய அளவிலான தொழில் முறைக்குத் தேவையான முதலீடும் குறைவு.

சூடாக்குவதும் குளிரச் செய்வதும் தொடர்ச்சியாக இருப்பதுடன் மீண்டும் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் விதத்தில் இருப்பதால் இவற்றிற்கான செலவினம் குறைவு. துணைக்கருவிகளை எளிதில் தூய்மைப்படுத்தலாம். வெளியிலிருந்து எந்த மாசும் வராத வகையில் இம்முறை மூடப்பட்ட நிலையில் செயல்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பம் தாங்கும் பாக்கிரியாவின் பாதிப்பு இம்முறையில் இல்லை. இம்முறையில் சில குறைபாடுகளும் உள்ளன. சிறிய அளவில் பால் பதப்படுத்த இம்முறை ஏற்றதன்று. குறைந்த அளவு பால் மற்றும் பால் பொருள்களைப் பதப்படுத்த இது உதவுவதில்லை. பாலில் முன்னரே வெப்பம் தாங்கும் நுண்ணுயிரிகள் அதிகம் இருந்தால் இம்முறை பயன் தராது.

ஸ்டாட்ஸாரிசேஷன் (statsaurisation) முறையில் பால் காற்று இல்லாத வகையில் (சூழ்நிலையில்) மூடப்பட்ட குழாய்களில் நீராவி மூலம் பதப்படுத்தப்படுகிறது. 165°F வரை சூடாக்கப்பட்டு 15 அல்லது 16 நொடி கழித்து 58°F வெப்பநிலைக்குக் குளிரச் செய்யப்படுகிறது. இம்முறையில் செலவினமும் பால் கெடும் வாய்ப்பும் குறைவு.

பெரிய நகரங்களில் பொதுமக்களின் நலனுக்கென்று பால் பல கிடங்குகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்டுப் பதப்படுத்தப்பட்டுப் புட்டிகளில் அல்லது பாலித்தீன் பைகளில் நிரப்பி மூடப்பட்டு விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இம்முறையால் சுகாதாரமான முறையில் தீங்கற்ற பால் கிடைக்க வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால் பாதுகாப்புப் பொருள்

பால் மனிதர்களுக்கு மட்டுமன்றி நுண்ணுயிரிகளுக்கும் சிறந்த உணவு ஆகும். பாலில் பல நுண்ணுயிரிகள் வளர்ந்து பாலின் தன்மையை மாற்றிவிடக்கூடும். இவற்றின் பாதிப்பால் பாலும் பால் பொருள்களும் கெட்டுவிடக்கூடும். இந்த விளைவினைத் தடுத்துப் பாலை நீண்ட நேரம் கெடாமல் எவப்பதற்குப் பாலில் சில பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவை பால் பாதுகாப்புப் பொருள்கள் (preservatives) எனப்படும். இவற்றில் சில அனுமதிக்கப்பட்டவையாகவும், பெரும்பான்மையானவை அனுமதிக்கப்படாதவையாகவும் உள்ளன.

நீர்ம நிலையில் உள்ள பாலை நீண்டநேரம் தரத்துடன் வைத்துக் கொள்வது கடினம். பால் நீண்ட தொலைவு எடுத்துச் செல்லப்பட வேண்டுமெனில் பால் கெட்டுவிடும் வாய்ப்பு

மிகுதி. போரிக் அமிலம், பாஸ்பலின், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு, சாலிசிலிக் அமிலம், பென்சோயிக் அமிலம், கார்பனேட், பைசுபனேட் போன்றவை பாலில் கலக்கப்படுவதால் பால் பல மணி நேரம் கெடாமல் இருக்கிறது. நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சியைத் தடுப்பது, பாலில் அமிலத்தன்மை ஏற்படாமல் காப்பது ஆகிய வழிகளால் இப்பொருள்கள் பாலின் தரத்தைக் காக்கின்றன. ஆனால் இவை மனிதர்களின் உடல் நலத்திற்கு ஊறு விளைவிக்கும் என்பதால் இப்பொருள்களைப் பாலில் சேர்ப்பது தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. பாலைக் கெடாமல் நீண்ட தொலைவு அனுப்புவதற்காகவே பாலைக் குளிர்பதன நிலையங்களில் குளிரச் செய்வர்.

சிலசமயம் கொழுப்பு நீக்கிய பால், நீர் கலந்த பால் போன்றவற்றில் கலப்படம் தெரியாமல் இருக்கவும் பால் நல்ல திறத்துடன் காணப்படவும் அனட்டோ மற்றும் அசோ சாயங்கள் கலக்கப்படலாம். இவை பாதுகாப்புப் பொருள்கள் அல்ல. இவையும் கலப்படப் பொருள்களேயாகும்.

பால் பொருள்களில் பாதுப்பிற்கெனச் சில பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. பாலிலிருந்து கொழுப்புச் சத்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டுக் கொழுப்புச்சத்து கொண்ட நீர்ம வெண்ணெய் (cream) தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் நல்ல மணமும் தரமான குணமும் கொண்ட வெண்ணெய் பெற நுண்ணுயிரிக் கலவை சேர்க்கப்படுகிறது. ஸ்டெர்ப்டோகாக்கஸ் சிட்ரோவோனாஸ், ஸ்டெர்ப்டோகாக்கஸ் பாராசிட்ரோவோரஸ் நுண்ணுயிர்கள் பெரும் பயனைத் தருகின்றன. இவற்றை ஊக்குவிக்கப் பாதுகாப்புப் பொருளாக 0.2% சிட்ரிக் அமிலம் சேர்க்கப்படுகிறது. வெண்ணெயின் மணத்தை மிகுதிப்படுத்தவும் அதன் தரத்தைக் காக்கவும் உப்பு சேர்க்கப்படுகிறது. வெண்ணெயில் சேர்க்கப்படும் உப்பு மிகவும் தூயதாக இருக்க வேண்டும். தேவைக்கேற்ப எடையில் 5% வரை உப்பு சேர்க்க வேண்டும்.

பாலாடைக் கட்டித் தயாரிப்பில் ஸ்டெர்ப்டோகாக்கஸ் லாக்டிஸ் நுண்ணுயிரி கொண்ட கலவை தேவையான அமிலச் சூழ்நிலை ஏற்படச் சேர்க்கப்படுகிறது. பாலாடைக் கட்டித் தயாரிப்பில் பூசணக் காளான் வளராமல் இருக்கப் பாலாடைக் கட்டியின் மேல் பாரபின் எண்ணெய் மெல்லிய பூச்சாகப் படையும் வண்ணம் பாலாடைக் கட்டி பாரபின் எண்ணெயில் தோய்த்து எடுக்கப்படுகிறது. இது பாலாடைக் கட்டியைப் பாதுகாக்கும் பொருளாகச் செயல்படுகிறது.

பால் பொருள்களில் ஒன்றான பனிக்குழைவுத் (ice cream) தயாரிப்பில் திண்மத் தன்மையைப் பாதுகாக்க

ஜெலட்டின், சோடியம் ஆல்ஜினேட் ஆகிய பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஜினிப்புச் சேர்க்கப்படாத அடர்பால் (evaporated milk) தயாரிப்பில் பாலில் 80% நீர் ஆவியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. மேலும் இதன் தரத்தைப் பாதுகாக்கப் பெரிய குடுவைகளில் பால் அடைக்கப்பட்டு மீண்டும் பால் 245°C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றப்படுகிறது. 15 நிமிடங்கள் இவ்வெப்பநிலையில் வைத்துப் பின்பு 90°C வெப்பநிலைக்குக் குளிர்ந்த நீரில் முழுகச் செய்து பால் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

அடர்ந்த பால் (condensed milk) தயாரிப்பில் பாலில் சர்க்கரை சேர்ப்பதன் மூலம் பாலின் தரம் பாதுகாக்கப் படுகிறது. கரும்பு அல்லது பீட் கிழங்குச் சர்க்கரை பாலின் எடையில் 16% என்னும் அளவில் கலக்கப்படுகிறது. நெய் தயாரிப்பில் அமிலத் தன்மை மிகுதியானால் நெய் கெட்டுவிடும் வாய்ப்பு மிகுதி. அந்த அமிலத்தைச் சரிசெய்ய எரிகாரம் (NaOH) பயன்படுகிறது. இதனால் ஏற்படும் விளைவுப் பொருள்கள் நன்றாகக் கழுவி நீக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நெய் கெடுமணமின்றித் தரமாக இருக்கும்.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால் பொருள்

பால் மற்றும் பாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பல பொருள்களுக்குத் தரக் கட்டுப்பாடு உள்ளது. பால் எவ்வாறு இருக்க வேண்டும், பாலிலிருந்து எவ்வெவ் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன, அவற்றில் எந்தச் சத்து எந்த அளவில் இருக்க வேண்டும் என்னும் விவரங்கள் அனைத்தும் 1955 ஆம் ஆண்டு உணவுப் பொருள்கள் கலப்படச் சட்டத்தில் தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

பால் என்பது உடல் நலமுள்ள ஒரு பசு, எருமை, வெள்ளாடு அல்லது செம்மறி ஆட்டின் மடியிலிருந்து முழுமையாகக் கறக்கப்பட்டுப் பெறப்படும் அரப்புப் பொருள் ஆகும். இது கன்று போட்ட 72 மணி நேரத்திற்குப் பின் கிடைக்கும் சுரப்பு ஆகும். குறைந்த அளவாக, பசும்பாலில் 3.5%, எருமைப் பாலில் 5%, செம்மறி மற்றும் வெள்ளாட்டுப் பாலில் 3% எனக் கொழுப்புச் சத்து இருக்க வேண்டும்.

கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பாலில் அனைத்துக் கொழுப்புச் சத்துக்களும் எந்திரங்கள் உதவி கொண்டு பிரித்து எடுக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பாலில்



மற்றத் திண்மப் பொருள்கள் 8.5% இருத்தல் வேண்டும். இந்தப் பாலை உலர வைத்துத் தூளாகவும் சேமித்து வைக்கின்றனர். வேறு சில பால் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் பன்றிக் குட்டிகள் போன்றவற்றிற்கு தீர்மானவாகவும் இது பயன்படுகிறது.

பாலிலிருந்தோ, கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பாலிலிருந்தோ தயிர் தயாரிக்கப்படலாம். இயற்கையாக மோரைப் பாலில் ஊற்றித் தயிராக மாற்றுவதை விடுத்து லாக்டிக் அமிலம் உற்பத்தி செய்யும் நுண்ணுயிரிகளைக் கொண்டும் தயிர் தயாரிக்கப்படுகிறது. தயிரைக் கடைத்து வெண்ணெய் எடுத்தபின் எஞ்சியுள்ள மோர் இன்றியமையா உணவுப் பொருளாகும்.

புதிதாகப் பிரித்து எடுக்கப்பட்ட கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால் அல்லது உலர்ந்த கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால் பொடியிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட பால் ஆகியவற்றைக் கொண்டு சீர்திருத்திய பால் தயாரிக்கப்படுகிறது. இத்துடன் கொழுப்புச் சத்தும் சேர்க்கப்பட்டு இறுதியான அளவில் குறைத்தது 3% கொழுப்பும், 8.5% கொழுப்பற்ற திண்மப் பொருள்களும் இருக்கும்படி அமைக்கப்படுகிறது.

வெண்ணெய், தயிரைக் கடைவதன் மூலம் கிடைக்கிறது. ஆனால் பாலிலிருந்து பாலேடு அடங்கிய கொழுப்புக் கலவையைப் பிரித்தெடுத்து உப்பும் அளட்டோ திறமும் சேர்த்தோ சேர்க்காமலோ தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் 9% கொழுப்புச் சத்தும் திண்மப் பொருள்களும் இருக்க வேண்டும்.

இனிப்பான அடர் பால் (condensed milk) எனப்படுவது பாலிலிருந்து ஓரளவு தீரை நீக்கிச் சர்க்கரை சேர்த்தோ சேர்க்காமலோ தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் 9% கொழுப்புச் சத்தும் 31% திண்மப் பொருள்களும் இருக்க வேண்டும். இதுபோல் அடர்வு செய்யப்பட்ட கொழுப்பு நீக்கிய பாலும் தயாரிக்கலாம்.

பாலேடு எனப்படும் பால் பொருள் பால் கொழுப்பு மட்டும் திறைந்த ஒரு பால் பொருளாகும். பாலின் மேல் எழும் கொழுப்போ, எந்திரம் மூலம் பிரித்தெடுக்கப்படும் கொழுப்போ குழைவு (cream) எனப்படும். இதில் குறைந்த அளவு 40% கொழுப்புச் சத்து இருக்க வேண்டும். பாலை உலர்த்தித் தயாரிக்கப்படும் பால் தூளில் 95% திண்மப் பொருள்கள் இருக்க வேண்டும். அதில் 26% பால் கொழுப்பு அமைய வேண்டும்.

அனைவரும் கோடையில் விரும்பி உண்பது பனிக் குழைவு (ice cream) ஆகும். இது பாலேடு, பால் அல்லது மற்றப் பால் பொருள்கள், சர்க்கரை அல்லது தேனுடன் கலந்து

தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் முட்டை, கனி, பருப்பு வகை, சாக்லெட் ஆகியவை கலந்து தயாரிக்கப்படலாம். 36%க்கும் குறையாமல் திண்மப் பொருள்களும், குறைத்தது 10% கொழுப்பும் இதில் இருக்க வேண்டும். கனி, பருப்பு வகை கலக்கப்பட்டால் கொழுப்புச்சத்து 8% இருக்கலாம். பாலைச் சுண்டக் காய்ச்சி, முடிந்தவரை தீரை வெளியேற்றிப் பால்கோவா தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் தீர் 10% க்கும் மேற்படாமலும் கொழுப்பு 20% க்கும் குறையாமலும் இருக்க வேண்டும். இதிலிருந்து பல்வேறு இனிப்பு வகைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பால் பொருள்கள் பாலின் தரத்திற்கேற்பத் தரத்தில் மாறுபடுகின்றன.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால் மடி

பாலூட்டும் விலங்குகளின் பால் சுரப்பு என்பது வளர்ச்சி அடைந்த மடியின் செயல்பாடு எனலாம். ஒரு விலங்கின் சினைப் பருவத்தின் முடிவில்தான் பால் மடியில் வளர்ச்சி ஏற்பட்டுப் பால் சுறவை தொடங்குகிறது.

பால் மடியின் அளவு, உருவம், எண்ணிக்கை, இருப்புப் போன்றவை வெவ்வேறு பாலூட்டி விலங்குகளில் மாறுபடுகின்றன. பசுவினம் மற்றும் எருமை இனங்களில் பால்மடியின் முன்பின்னாக இரு பகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் ஒரு காம்ப் உள்ளது. ஒவ்வொரு பகுதியும் அதன் காம்பும் தனித்தனியே வளர்ச்சியடைவதால் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பின்றி நான்கு பகுதிகளும் உள்ளன. மடியினுள் பால் சேகரிப்புக் குழாய்கள் உள்ளன. பால் சுரக்கும் சுரப்பித் திசுக்களை மாற்றத் துணைத் திசுக்கள் தாங்கி உள்ளன. இந்தத் துணைத் திசுக்களே மடியின் உருவத்தையும் அதன் சீரழிவையும் தெளிவுபடுத்துகின்றன. சரியான பிடிமானம் இன்றித் தொங்கும் மடிகள் விரைவில் மடிநோய்க்கு உள்ளாகின்றன. பொதுவாகப் பெரிய அளவிலான மடியில் சுரப்பித் திசுக்கள் மிகுந்து இருப்பதுடன் பால் சுரக்கும் திறனும் மிகுந்துள்ளது. இத்தகைய மடிகள் பால் சுறந்தவுடன் சுருங்கிவிடுகின்றன. சில சமயம் சில மாடுகளுக்குப் பெரிய மடி இருந்து பால் சுறந்தாலும் சுருங்காமல் இருக்கக்கூடும். இதற்குக் காரணம் பெரும் அளவிலான துணைத் திசுக்களேயாகும்.

பொதுவாக மடியின் இடவலப் பகுதிகள் சம அளவில் இருக்கும் என்றாலும், ஒவ்வொரு பிரிவின் முன்பின் பகுதிகள் இந்திய இன மாடுகளில் ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை.



பசுக்களின் மூலப்பகுதி பெரிதும் இருப்பதால் அவற்றில் அதிக அளவு பால் சுரக்கிறது. ஆனால் எருமைகளைத்தில் இது மாறாக இருக்கிறது. மடிப் பகுதிகள் போலவே பால் காம்புகளும் அளவில் வேறுபடுகின்றன. சிறந்த கறவை மாடுகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது ஒரே அளவில் உள்ள மடிப்பகுதிகளும் காம்புகளும் கொண்ட மாட்டைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இது மரபுவழி அடிப்படையிலானது என்பதால் அத்தகைய தன்மை கொண்ட மாட்டின் வழித் தோன்றல்களைப் பண்ணைகளுக்கும் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

மடியின் சுரப்புத் திசுக்களில் சுரப்புப் பகுதிகள் உள்ளன. இவற்றில் மிக நுண்ணிய சுரப்பித் திவலைகள் உள்ளன. இத்திவலைகளில் குருதியோட்டம் பாய்ந்து பால் சுரப்பிற்கான மூலப் பொருள்களை அளக்கும். ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உள் திவலைகள் பெரிய பகுதிகளாகச் சேகரிப்புக் குழாய்களால் இணைக்கப்பட்டு, குழாய்கள் ஒருங்கிணைந்து பெரிய பால் குழாயாக மாறுகின்றன. இக்குழாய் பால் காம்பில் உள்ள குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மடியின் உட்புறம் சேர்த்துள்ள பால் கன்று ஊட்டுவதாலும் மடியைக் கழுவித் தடவிக் கொடுப்பதாலும் நாய்கள் தூண்டப்பட்டுக் காம்பின் மூலம் வெளியேற்றப்படும்.

சிந்தி போன்ற மாடுகளில் மடி தொங்கும் தன்மையுடன் இருப்பதால் மடிக்காம்பில் நுண்ணுயிரிகள் புகுந்து மடிநோய் ஏற்படும் வாய்ப்பு மிகுதியாகிறது. எனவே பால்மடி உறுதியாக வயிற்றின் அடிப்பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால்மம்

ஒரு நீர்மம் மற்றொரு நீர்மத்தில் தொங்கிய நிலையில் இருக்கும்போது உண்டாகும் கூழ்மக் கரைசல் பால்மம் (emulsion) எனப்படும். ஒன்றோடொன்று கலக்காத இரண்டு நீர்மங்களில் ஒன்று குறைந்த அளவிலும் மற்றொன்று மிகை அளவிலும் இருக்கும்போது குறைந்த அளவில் உள்ள நீர்மம் பிரிகை நிலை ஊடகமாகவும் மிகையளவில் உள்ள நீர்மம் பிரிகை ஊடகமாகவும் விளங்குகின்றன. நிலைத்து இருப்பதற்குச் சேர்க்கப்படும் பொருள் பால்மமாக்கி (emulsifying agent) ஆகும். பொதுவாகப் பால்மமாக்கிகளின் அளவு மொத்த பால்மத்தில் 1-5% ஆகும். இவ்வாறு சேர்க்கப்படும் பால்மமாக்கிகள் எண்ணெயின் புறப்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்துப் பால்ம நிலையை நிலைக்கச் செய்கின்றன.

பொதுவாக நடைமுறையில் உள் பால்மங்கள் என்னெனய் நீருடன் சேர்த்து நன்றாகக் குறுக்குவதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன. சாதாரண பால், நீரில் வெண்ணெய்க் கொழுப்பின் சிறு திவலைகளைக் கொண்ட ஒரு பால்மமாகும். இயற்கை ரப்பர் தயாரிப்பின் மூலப்பொருளான நெய்வியா பிரேசிலின்சில் (hevea brasiliensis) என்ற தாவரத்தின் பால் (latex) பால்மத்திற்கு மேலும் ஒரு சான்றாகும்.

பால்மங்களில் நீரில் எண்ணெய் வகை (oil in water), எண்ணெயில் நீர் வகை (water in oil) என இருவகையுண்டு. முதலாம் வகையில் நீரும், இரண்டாம் வகையில் எண்ணெயும் பிரிகை ஊடகமாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே இவ்வகைப்பாடு பிரிகை ஊடகத்தின் அடிப்படையில் செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வகைப் பால்மமும் ஒரு குறிப்பிட்ட பால்மமாக்கியால் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது.

பால்மம் தொழில் துறையிலும் மருத்துவத் துறையிலும் மருந்துத் தயாரிப்பிலும், அழகு பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது. உணவுப் பச்சடி (salad), முகப்பூச்சு (cream), களிம்பு (ointment) முதலியவையும் பால்மங்களாகும்.

காகிதம் மற்றும் துணி உற்பத்தித் துறையிலும் பால்மம் பயன்படுகிறது. மார்கனின் (marganine) என்பது எண்ணெயில் நீர் வகையைச் சார்ந்த பால்மமாகும். இதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்த சோயாவின் எண்ணெய் பால்மமாக்கியாகப் பயன்படுகிறது. மயானைஸ் (mayanase) மற்றும் பிற உணவு வகைகளும் பால்மங்களாகும். இவை உண்ணத்தக்க நீர்த்த அமிலங்களில், உண்ணக்கூடிய எண்ணெய் வகைகளைக் கரைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பால்மங்கள், முட்டையின் வெள்ளைக்கரு அல்லது மஞ்சள் கரு முதலியவற்றால் நிலை திறுத்தப்படுகின்றன.

எண்ணெயுடன் நீரைச் சேர்த்துப் பால்மமாக்க மூன்று காரணங்கள் உள்ளன. அவை: எண்ணெயை நீர்க்கச் (dilute) செய்வது, பால்மத் துகள்களின் புறப்பரப்பை மிகுதிப்படுத்துவது, பால்மமாக்குவதால் எண்ணெயின் இயற்பியல் பண்புகளை மாற்றுவது என்பன.

எண்ணெயை நீர்க்கச் செய்வதன் மூலம் எண்ணெய்த் துகள்களைப் பெரும் பரப்பிற்குப் பரப்ப முடிகிறது. இதன் மூலம் செல்லினம் குறைகிறது. காட்டாக, எண்ணெயில் கரையக்கூடிய பூச்சி கொல்லித் தயாரிப்பிலும் மெருகேற்றும் பொருள் தயாரிப்பிலும் பால்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

பால்மத் துகள்களின் புறப்பரப்பை மிகுதியாக்குவதால் சில வேதிவினைகளை விரைவாக்கலாம். சான்றாக, வினைகள்

செயல்பாட்டின் பல்புறுப்பாக்கல் விவையிலும், கொழுப்பை திரைக்குத்தல் விவையிலும் (சோப்புத் தயாரித்தல்) பால்மத் திவலைகளின் புறப்பகுப்பை மிகுதிப்படுத்துவதன் மூலம் வினைவேகத்தை உயர்த்த முடிகிறது.

எண்ணெயின் இயற்பியல் பண்புகளை மாற்றுவது என்பது அந்த எண்ணெயின் விரும்பத்தகாப் பண்புகளை மாற்றுவதாகும். சான்றாக, மீன் எண்ணெயின் விரும்பத்தகாத மணம் அல்லது கவை பால்மமாக்குவதன் மூலம் குறைக்கப்படுகிறது. தார் போன்ற கன எண்ணெயின் பாய்மத் தன்மையைப் பால்மமாக்குவதால் அதிகரிக்கலாம்.

**பண்புகள்.** பால்மத்திற்கு ஆடையாதல் (creaming), திரிதல் (coagulation), இணைந்து ஒன்றாதல் (coalescence) ஆகிய பண்புகள் உள்ளன.

ஆடையாதல் என்பது புவிப்பிழை விசையின் மூலமாகப் பால்மத் துளிகள் பால்மத்தின் மேற்பரப்பில் சேர்வதைக் குறிக்கும். பால்மத் துளிகளின் அளவு குறைவாக இருந்தால் ஆடையாதலின் காலம் மிகையாகிறது. ஆனால் அளவு பெரிதாக இருக்கும்போது ஆடையாதலின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. திரிதல் நிகழும்போது சிறு திவலைகள் ஒன்றாகச் சேரும். அவ்வாறு சேர்ந்த பிறகு கூடத் திவலைகள் தனித்தனியாக இருக்கும். திரிதல் ஆடையாதலை அதிகரிக்கும். இணைந்து ஒன்றாதலில் சிறு திவலைகள் ஒன்றோடொன்று கலந்து ஒரு தனி திவலையாக (phase) மாறுகின்றன. சான்றாக, தூய பாலில் கிளமணி நேரத்தில் ஆடை உண்டாகும். பாலில் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் அது திரியும். திரிந்த பாலை வேகமாகக் குலுக்குவதால் இணைந்து ஒன்றாதல் மூலம் தனியாக ஆடையப் பெறலாம்.

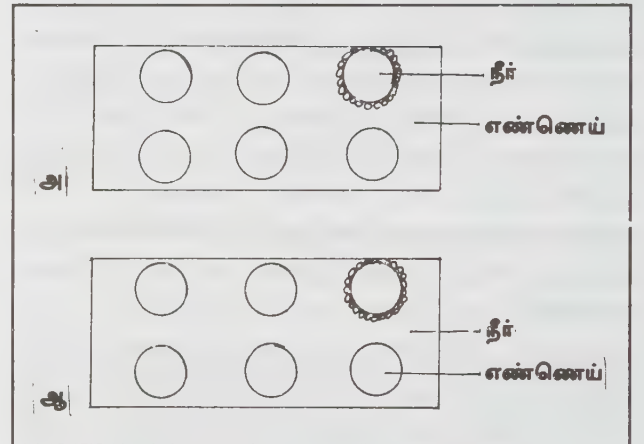
சாதாரணமாக இரண்டு நீர்மங்களை ஒன்றோடொன்று வேகமாகக் குலுக்குவதன் மூலமே பால்மத்தைப் பெற முடியும். ஆனால் அவை நிலைத்து நிற்பதில்லை. ஆனால் பால்மத்தை வால்வுகளின் மூலம் செலுத்தும்போது திவலைகளாகச் சென்றடையும். தொழிலகங்களில் பல கூழ்ம ஆலைகள் பால்மங்களை வெட்டும் உத்தத்தால் (shearing force) ஒரு நிலையாக்கி (homogeniser) வழியாகச் செலுத்தி ஆடையாதல் நிகழ உதவுகின்றன.

**பால்மமாக்கி.** இவற்றுள் இருவகை உள்ளன. நீரில் எண்ணெய் வகைப் பால்மமாக்கிகளுக்குச் சான்றுகளாகப் புரதம், டெயின், கார்போஹைட்ரேட், இயற்கை அல்லது செயற்கைச் சோப்பு, களிமண், நீரேறிய ஆகியவை ஆகியவையும் எண்ணெயில் நீர் வகைப் பால்மமாக்கிகளுக்குத் துத்ததாக

ஸ்டியரேட், நிக்கல் ஒலியேட், சிடைல் ஆல்கஹால், ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த எண்ணெய், கரித்துகள் ஆகியவையும் சான்றுகளாக உள்ளன.

பால்மமாக்கியின் செயல்திறன் குறித்துப் பல கொள்கைகள் உள்ளன. அவற்றுள் முதன்மையானது திண்மத் துகள்களைப் பற்றியது. இரண்டு நீர்மங்கள் ஒன்றாக இருக்கும்போது திண்மத் துகள்களைச் சேர்த்தால் அவை ஏதாவது ஒரு நீர்மத்தால் முதலில் ஈரமாக்கப்படுகின்றன. சான்றாக, நீரில் கரையும் சோப்பு பால்மமாக்கியாகப் பயன்படும்போது அது நீரால் ஈரமாக்கப்படுகிறது. இந்த வகைகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் நீரில் எண்ணெய் வகைப் பால்மங்கள் பெறப்படுகின்றன.

பால்மமாக்கி திண்மத்துகள்களாகச் சேர்க்கப்படும்போது அது ஈரமாக்கப்படுகிறது. நனைந்த துகள்களின் வெளிப்புறம் குவிந்து இருக்கும்போது மட்டுமே மிகையான துகள்கள் இருக்கமுடியும். இவ்வாறு துகள்கள் வெளிக்குவிந்த வடிவம் அடைய அவை உருண்டை வடிவம் பெறுகின்றன. ஒரு கோள வடிவமான துகள் மற்றொரு துகள்மேல் மோதாமல் ஒன்றில் மற்றொன்று தொங்கியவாறு இருப்பதால் இணைந்து ஒன்றாதல் தடுக்கப்படுகிறது. இதனைப் பின்வரும் படங்களின் மூலம் விளக்கலாம்.



படம் 'ஆ' வில் பால்மமாக்கிகளின் திண்மத்துகள்கள் நீரால் ஈரமாக்கப்படுவதால் நீர்த்துளிகள் கோள வடிவம் பெற்று 'நீரில் எண்ணெய்' வகைப் பால்மம் பெறப்படுகிறது. படம் 'அ' வில் இதற்கு மாறான நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. அதாவது



பால்மமாக்கிகளின் துகள்கள் எண்ணெயால் ஈரமாக்கப்படுவதால் எண்ணெய்த் துகள்கள் கோள வடிவம் பெற்று எண்ணெயில் நீர் வகைப் பால்மம் பெறப்படுகிறது.

பொதுவாக நீரில் எண்ணெய் வகைப் பால்மங்களை நிலைப்படுத்தும் பால்மமாக்கிகள் நீர் விரும்பிகளாக (hydrophilic) உள்ளன. இந்த வகைப் பால்மங்கள் நீரில் மிகையளவில் இருக்கும். இயற்கைச் சோப்புகளும் செயற்கைச் சோப்புகளும் பால்மமாக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இயற்கைச் சோப்பைவிடச் செயற்கைச் சோப்பே பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. சோப்பு எண்ணெய்த் துளிகளை உறிஞ்சுவதால் ஏற்படும் மின்சுமை பால்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மைக்குக் காரணமாகிறது. பால்மத் துகள்களின் எந்திரவியல் பண்புகளும் அவற்றின் நிலைப்புத் தன்மைக்குக் காரணமாகின்றன.

எண்ணெயில் நீர்வகைப் பால்மங்களை நிலைப்படுத்தும் பால்மமாக்கிகள் எண்ணெய் விரும்பிகளாக (oleophilic) உள்ளன. காட்டாக, திக்கல் ஒலியேட் போன்ற உப்புகள் பால்மமாக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவை நிலை திறுத்திகளாகப் பயன்படும்போது ஏற்படும் இருநிலையிலிடைச் சவ்வு (interfacial film) பல்லுலக்கூறுசவ்வு (polymolecular film) ஆகும்.

பால்மத்தின் பிரிகை ஊடகம் பால்ம நிலைநிறுத்தியைப் பொறுத்து மாறும். சான்றாக, நீரில் எண்ணெய் வகைப் பால்மங்களில் நீரில் கரையக்கூடிய சோடியம் ஒலியேட் பால்மமாக்கியாகப் பயன்படுகிறது. இதற்கு மாற்றாக மக்னீசியம் குளோரைடு பயன்படுத்தப்பட்டால் அது எண்ணெய் நீர் வகைப் பால்மமாக மாறும். இதற்கு நிலைமை மாற்றம் (phase reversal) என்று பெயர்.

பால்மத்தை ஒருமுகமாக்குதல் (homogenising). பால்மத் துகள்களின் விட்டம் 10 மைக்ரானாக இருக்கும்போது ஆடையாதல் அதிகமாக இருக்கும். அவற்றின் விட்ட அளவு ஒருமுகமாக்கியின் (homogeniser) மூலம் செலுத்துவதன் மூலம் ஒரு மைக்ரானாகக் குறைக்கப்படுகிறது. பால்மத் துகள்களின் அளவு பால்மமாக்கிகளைப் பொறுத்தும் அமையும். பால்மமாக்கிகள் தவறாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும்போது பால்மத் துகள் சிறியதாக இருந்தாலும் ஆடையாதல்

நடைபெறுகிறது. பாலை மீ ஒலி அலைகளைச் (ultrasonic Sound Waves) செலுத்தி ஒருமுகமாக்கலாம். பாலுக்குத் தனியாக நிலைநிறுத்தி தேவையில்லை. அதில் உள்ள புரதங்களே போதுமானவை.

சி.மு. மோகன்

துணைநூல். Sybil P. Parker (Edr.), McGraw - Hill - Encyclopaedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw - Hill, Inc., New York, 1983.

## பயன்

மருத்துவத் துறையில் பொதுவாகப் பால்மம் என்பது வாய்மூலம் உட்கொள்ளப்படும் நீர்ம நிலைப் பால்மத் தயாரிப்புகளையே குறிக்கும். தின்ம நிலைப் பால்மங்களை, கிரீம் என்று குறிப்பர். கிரீம் வகையைச் சார்ந்தவற்றைப் பொதுவாக மேற்பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றை ஆடைப்பூச்சு, நீர்மப்பூச்சு, நீர்மக் களிம்பு என்று வகை கொள்ளலாம்.

நீர்மநிலைப் பால்மங்கள், பெரும்பாலும் சுவையூட்டப் பட்ட நீர்மப் பால்மங்களாக வாய்மூலம் உட்கொள்ளத் தகுந்தவாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன. (எ-டு: ஆமணக்கு எண்ணெய் பால்மம்). நோய் நுண்ணுயிரிகள் நீக்கப்பெற்ற ஊட்டச்சத்துப் பொருள்கள் (எ-டு: வைட்டமின், மாவுப் பொருள், எண்ணெய்) நீர்மப் பால்மங்களாகத் தயாரிக்கப்பட்டுச் சிரை மூலம் கொடுக்கப்படுகின்றன. மண நீர்மங்கள் (எ-டு: கூந்தல் ஆடைப்பூச்சு, மறையும் ஆடைப்பூச்சு). நோல், துணி பூச்சிகொல்லி போன்றவற்றை உருவாக்கும் தொழிற்சாலைகளிலும் பால்மங்கள் இடம்பெறுகின்றன.

கு. சிவஞானம்

## பால்மர் தொடர்பு

1885ஆம் ஆண்டு பால்மர் என்னும் இயற்பியலார் ஹைட்ரஜன் நிறமாலை பற்றி ஆய்வுகள் செய்தார். ஒரு குறிப்பிட்ட தொடரில் உள்ள வரிகளின் அலை நீளங்களுக்கான ஒர் எளிய தொடர்பை இவர் கண்டறிந்தார். இது பால்மரின் செயலறி தொடர்பு (Balmer's empirical relation) எனப்படுகிறது.

இது

$$\frac{1}{\lambda} = R \left\{ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right\}$$

என்றும் வாய்பாட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இங்கு  $\frac{1}{\lambda}$  என்பது அலை எண் (wave number) ஆகும். (அலை நீளம்  $\lambda$  வின் தலைகீழ்மை). R என்பது மாறிலி. மேலும்  $n=3,4,5,6,\dots$  என்பதாகும். மேற்குறிப்பிட்டுள்ள வாய்பாட்டில்  $n=3, 4, 5, 6$  என்று அடுத்துடுத்த மதிப்புகளைப் பதிலிடு செய்து பால்மர் தொடரின் கட்டிலனாகும் பகுதியில் (visible region)  $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$  ஆகிய நான்கு வரிகளின் அலை எண்கள் பெறப்படுகின்றன. பால்மர் தொடரில் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள 30 வரிகள் உள்ளன. இவை கட்டிலனாகும் பகுதியிலும் தொடர்ந்து நிறமிடாக ஒன்றாகக் கலக்கும் வரை தெருக்கமடைந்தும் மங்கலாகவும் காணப்படுகின்றன. காரணம் அணு நிறமாலை.

பெ. துரைசாமி

## பால் (மருத்துவம்)

உணவு வகை ஒவ்வொன்றும் ஊட்டச்சத்து மதிப்பில் வேறுபட்டிருந்தாலும் அனைத்து உணவுகளையும் பொதுவாக நால்வகைப்படுத்தலாம். அவை பால் மற்றும் பால் சார்ந்த உணவுப் பொருள்கள், காய்கறி - கனிகள், தானியங்கள், இறைச்சி வகைகள் ஆகும்.

பாலில் உள்ள வேதிப்பொருள்கள். பாலில் 85 - 87.5% நீர் உள்ளது. கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் 100 மி.லி. பாலில் உள்ள முதன்மையான சத்துகளின் அளவு கிராமில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

	மாவு	புரதம்	கொழுப்பு
தாய்ப்பால்	7.3	1.07	4.2
பசும்பால்	5.0	3.5	3.5
எருமைப்பால்	4.5	4.3	7.5

புரதம். பால் எளிதில் செரிக்கக்கூடிய சிறந்த

உணவாகும். பாலின் புரதம் 80% அளவு கேசின் வடிவிலும், எஞ்சிய பகுதியில் லாக்டால்பயின் மற்றும் தடுப்பு ஆற்றல் குளோபுலின் போன்ற வடிவிலும் உள்ளது. தானிய வகை உணவில் மிகக் குறைவாக உள்ள கலசின், மரிப்டோஃபேன் போன்ற அமினோ அமிலங்கள் பாலில் மிகுந்துள்ளன.

கொழுப்பு. எளிதில் செரிக்கக்கூடிய நுண்துளிகளாகக் கொழுப்பு உள்ளது. இத்துண் துளிகள் ஒன்று சேர்ந்து கிரீம் ஆக மாற வாய்ப்புண்டு. திமிங்கிலம் சுரக்கும் பாலில் மட்டுமே கூடுதலான (40கி./100 மி.லி.) கொழுப்பு உள்ளது. பால் கொழுப்பு 98% டிரைகிரிசரைடுகளாகவும், 1% பாஸ்போ லிப்பிடாகவும் உள்ளது. பாலை நாள் ஒன்றுக்கு 2 லிட்டருக்கு மேல் அருந்தினால், குருதியில் கொலஸ்ட்ராலின் அளவு கூடுதலாகக் கூடும்.

மாவு. பாலில் உள்ள மாவுச் சத்து லாக்டோஸ் வடிவில் உள்ளது. இதில் கச்சோலையிட இனிப்பு குறைவாக உள்ளது. பசும்பாலில் இதன் அளவு தாய்ப்பாலைவிட மிகவும் குறைவாக உள்ளமையால் சர்க்கரை சேர்க்கப்படுகிறது.

தாது உப்பு. கால்சியத் தேவைக்குப் பால் ஒரு சிறந்த உணவு. அது கேசினோஜன் என்றும் பொருளுடன் சேர்ந்துள்ளமையால் எளிதில் உள்சேர்க்கப்படுகிறது. எலும்பு வளர்ச்சிக்கு மூலப்பொருள் கால்சியம் என்பதால் நாள்தோறும் பால் அல்லது பால்வழிப் பொருளை வளரும் பருவத்தினர் அருந்துதல் வேண்டும். பசும்பாலில் 120 மி.கி./100 மி.லி. அளவில் கால்சியம் உள்ளது.

பாலில் இரும்புச் சத்து மிகக் குறைவாகவே (0.1- 0.2 மி.கி./100 மி.லி.) உள்ளது. குழந்தை பிறந்த பின் 4 - 6 மாதங்கள் வரை உடல் சேமிப்பில் உள்ள இரும்புச்சத்து போதுமானது. அதன் பிறகு பாலுடன் இரும்புச்சத்து திறைந்த உணவு புகட்டவில்லையெனில் குருதியில் சோகை வரக்கூடும். சோடியம், பொட்டாசியம், பாஸ்பரஸ், மக்னீசியம், அயாடின் போன்ற தாதுக்களும் பாலில் உள்ளன.

வைட்டமின். அனைத்து வைட்டமின்களும் பாலில் உள்ளன. எனினும் வைட்டமின் A, ரைபோஃப்ளேவின், B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> ஆகியவை மிகுதியாக உள்ளன. வைட்டமின் D, C ஆகியவற்றின் அளவு குறைவாகவே உள்ளது. வைட்டமின் C, பாலைக் கொதிக்க வைப்பதாலோ சூரிய ஒளியினாலோ அழிந்துவிடுகிறது.

செரிமானம். பால் வயிற்றை அடைத்தவுடன் உறைந்து விடுகிறது. பிறகு டிரிப்சின், பெப்சின் போன்ற புரதச் சிதைவு



தொதிகளால் தாக்கப்பட்டு எளிதில் உள்ளேற்கப்படுகிறது. பசும்பாலில் புரதம், பால்ஃபேட், சிட்ரேட் ஆகியன மிகுந்துள்ளமையால் அமிலத் தன்மையையும் வயிற்று வலியையும் குறைக்கிறது. எனவே இரைப்பைப் புண் உள்ளவர்கள் அடிக்கடி பால் அருந்த அறிவுறுத்தப் படுகின்றனர். அளவுக்கு மேல் அருந்தும்போது, பால்கார நோய் ஏற்பட்டுச் சிறுநீரகம் பாதிக்கப்படும்.

**பால் பொருள்கள்.** வெண்ணெய் அகற்றிய பாலில் கொழுப்பு, வைட்டமின் தவிர, பாலில் உள்ள ஏனைய அணைத்துச் சத்துக்களும் உள்ளன. வெண்ணெய்த்தயாரிப்பின் போது இது உடன் பொருளாகக் கிடைக்கிறது. கால்நடைகள் குறைவான, வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் உள்ள குழந்தைகளுக்கு இது வைட்டமின் A-யுடன் சேர்த்து யூனிசெஃப் நல நிறுவனத்தின் மூலம் வழங்கப்படுகிறது. கொழுப்பு உணவைச் செரிக்க முடியாத கணைய அழற்சி நோய், கல்லீரல் நோய், புரதச் சத்து குறை ஆகிய அஞ்சத்தக்க நிலைகளிலும், வறுமையில் வாடுவோருக்கும் வெண்ணெய் அகற்றிய பால் மிகவும் பயனுள்ளதாகும். செறிவூட்டப்பட்ட பால் பொருள்களான மோர், தயிர், புளிப்பேறிய பால், இனிப்புத் தயிர் போன்றவை, பாலிலுள்ள லாக்டோஸ் லாக்டோஃபில்ஸ் என்னும் பாக்டீரியாவால் லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுவதால் கிடைப்பவையாகும். மேலும் வெண்ணெய், நெய், பால்கோவா, பாலாடைக் கட்டி, கிரீம், உலர்ந்த பால், அடர்த்திப் பால் போன்ற பல வகைகள் பயனளிக்கின்றன.

**பால் நோய்கள்.** வைரஸ் நோய்களான இளம்பிள்ளை வாதம், கல்லீரல் தொற்று நோய், பாக்டீரிய நோய்களான காலரா, டைஃபாய்டு, காசநோய், புருசெல்லோசிஸ், தொண்டை அடைப்பான், சீதபேதி, புரோட்டோசோவா நோய்களான அமிபியாசிஸ், ஜியாண்டியாசிஸ், பாலன்டியாசிஸ், ஒட்டுண்ணிப் புழு நோய்களான ஊசிப்புழு நாடாப்புழு நோய்கள் ஆகியன பொதுவாகப் பாலை நன்கு கொதிக்க வைக்காமையாலும் பதப்படுத்தாமையாலும் ஏற்படுவையாகும்.

சிலருக்கு, பாலில் உள்ள புரதம், ஒவ்வாமை வினைகளை ஏற்படுத்தலாம். பூச்சி கொல்லியிட்ட தாவரங்களை மேய்ந்த கால்நடைகள் தரும் பாலில் அம்மருந்துப் பொருள்கள் இருப்பதால் நோய்கள் ஏற்படும். மேலும் கதிரியக்க அணுக்கள், கன உலோகங்கள், பெனிசிலின் போன்ற மருந்துப் பொருள்கள் யாவும் பாலில் இருக்க வாய்ப்புண்டு.

கு. சிவஞானம்

## பாலைநிலைப்படுத்துதல்

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குப் பாலைச் சூடாக்கிச் சிறிது நேரம் வைத்திருந்து நோயூக்கிகளை அழிப்பதே பாலை நிலைப்படுத்துதல் (pasturization) ஆகும். இதனால் பாலின் தன்மை, மணம், ஊட்டம் ஆகியவற்றில் எந்த மாற்றமும் ஏற்படாது. பாலை நிலைப்படுத்தலில் மூன்று முறைகள் முதன்மையானவை.

**ஹோல்டர் முறை.** இம்முறையில் பாலை 63 - 66°C வெப்பத்தில் 30 நிமிடங்கள் வைத்திருந்து, திடீரென்று 50°Cக்குக் குறைக்கலாம். இது சிற்றூர்களில் பெரிதும் கையாளப்படுகிறது.

**கூடுதல் வெப்ப-குறைந்த நேர முறை.** இம்முறையில் பால், 72°C வரை விரைவாகச் சூடாக்கப்படுகிறது. அதே வெப்பநிலையில் 15 நொடி வைக்கப்பட்டுத் திடீரென 40°C வரை குளிர வைக்கப்படுகிறது. ஒரு மணி நேரத்தில் பெருமளவு பாலை இம்முறையில் நிலைப்படுத்த முடியும்.

**மீவுயர் வெப்ப முறை.** பால் மிக விரைவாக இரண்டு கட்டங்களில் சூடாக்கப்படுகிறது. சில நொடிகளில் 125°C வரை சூடாக்கப்பட்ட பால், திடீரென்று குளிர்விக்கப் பட்டுப் புட்டிகளில் அடைக்கப்படுகிறது.

தூய்மையான குடிநீர் வழங்குவது போல், பாலை நிலைப்படுத்தும் முறையும் உள்ளது. இம்முறையில் 90% நுண்ணுயிரிகள் அழிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றின் வித்துகள் அழிக்கப்படுவதில்லை.

## நிலைப்படுத்தப்பட்ட பாலை ஆயும்

### முறைகள்

**ஃபாஸ்பேட்ஸ் ஆய்வு.** புதிய பாலில் காணப்படும் ஃபாஸ்பேட்ஸ் என்னும் நொதி, நிலைப் படுத்தும் முறையில் வெப்பத்தில் அழிக்கப் படுகிறது. ஆகவே முறையாக நிலைப்படுத்தப்பட்ட பாலில் ஃபாஸ்பேட்ஸ் இருக்கக் கூடாது.

**குறிப்பிட்ட தட்டு எண்ணிக்கை ஆய்வு.** இம்முறையில் நன்கு நிலைப்படுத்தப்பட்ட பாலில் 1மி.மீட்டரில் 30,000க்கும் மேல் நுண்ணுயிரிகள் இருக்கக்கூடாது.

**கோலிபார்ம் எண்ணிக்கை ஆய்வு.** கோலிபார்ம் நுண்ணுயிரிகள் நன்கு நிலைப்படுத்தப்பட்ட

பாலில் இருக்கக்கூடாது. 1மி.மீ. பாலில் கோலிபார்ம்கள் அமைவதில்லை. ஏனெனில் நிலைப்படுத்தும் முறையில் இந்நுண்ணுயிரிகள் அழிக்கப்படுகின்றன.

மு.ப. சிருஷ்ணன்

துணைநூல்: R.Passamore and M.A. East wood,

Davidson and Passamore's Human Nutrition and Dietetics, Eighth edition, ELBS Publication, Edinburgh, 1986.

## பால் மாடு

பூரு மாட்டின் மரபுவழி உயர்ந்ததாக இருந்தாலும், உரிய பராமரிப்பு இல்லையென்றால் அதன் முழு உற்பத்தித் திறனும் வெளிப்பட இயலாமல் போய்விடும். எனவே கறவை மாடு பராமரிப்பு மிகவும் இன்றியமையாதது.

கறவை மாடு பராமரிப்பில் தீவனம் அளிப்பதும், கால்நடைக் கொட்டகைப் பராமரிப்பும், நோய்த்தடுப்பு முறைகளும், தூய பால் உற்பத்தியும், முறையான இனப்பெருக்கமும் முதன்மையானவை. கறவை மாட்டுக்குத் தீவனம் அளிப்பதற்கான வழிமுறைகள் பசுவின், எருமையின் இரண்டிற்கும் பொதுவானவை. பொருத்தமான தீவன முறைகளால் குறைந்த செலவில் கூடுதல் வருவாய் பெற வாய்ப்புண்டு. பசுவும் எருமையும் நார்ச்சத்து நிறைந்த தீவனத்தைச் செரித்துப் பயன்படுத்த வல்லவை. இவற்றின் வயிறு நான்கு பகுதிகளாக அமைந்து முதற்பகுதியில் பெருவயிற்றில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளின் மூலம் நார்ச்சத்து செரிக்கப்படுகிறது. இந்நுண்ணுயிரி கால்நடைகளின் வைட்டமின் உயிர்ச்சத்துத் தேவைகளையும் ஓரளவிற்கு நிறைவு செய்கிறது.

கால்நடைக்குத் தேவையான அனைத்து உயிர்ச் சத்துகளும் குறிப்பிட்ட அளவில் கலந்து தயாரிக்கப்படுவது சரிவிசிடக் கலப்புத் தீவனம் ஆகும். இந்தச் சரிவிசிட உணவு கறவை மாட்டுக்குக் கொடுக்கப்பட வேண்டிய அளவு கலப்புத் தீவனத்துடன் அளிக்கப்படும். பசும்புல் மிகுதியாகக் கிடைத்தால் ஒரு கறவை மாட்டிற்கு 30 கி.கி. பசுந்தீவனத்துடன் ஒவ்வொரு 3 கி.கி. பாலுக்கும் 1 கி.கி அளவில் கலப்புத் தீவனம் கொடுக்க வேண்டும். பசும்புல் கிடைக்காமல் வைக்கோல் போன்ற உலர் நார்ச்சத்துத் தீவனங்களே மிகுதியும் பயன்படுத்தப்பட்டால் அந்தக் கறவை மாட்டிற்கு 5 கி.கி. உலர் தீவனத்துடன் 1.25 கி.கி. அடிப்படைக் கலப்புத் தீவனமும் ஒவ்வொரு 3 கி.கி.

பாலுக்கும் 1 கி.கி. கூடுதல் கலப்புத் தீவனமும் அளிக்க வேண்டும். இந்தத் தீவன அளவுகள் ஏறத்தாழ 250கி.கி. உடல் எடைபுள்ள கறவை மாட்டிற்குப் போதுமானவை. சற்றே எடை கூடிய மாடாக இருந்தால் கூடுதலான ஒவ்வொரு 50கி.கி. உடல் எடைக்கும் 250 கிராம் கலப்புத் தீவனமும் 0.5 - 1 கி.கி. வைக்கோலும் கொடுக்கப்பட வேண்டும். உலர் தீவனத்திற்குப் பதிலாக 3-5 கி.கி. பசுந்தீவனமும் அளிக்கலாம்.

வருவாய் மிகுந்த பால் உற்பத்திக்குத் தரமான பசுந்தீவனம் அடிப்படையாக உள்ளது. 3-5 கி.கி. பால் உற்பத்திக்குத் தரமான பசுந்தீவனமே போதுமானது. பெருமளவில் பால் தரக் கூடிய மாடுகளுக்குக் கலப்புத் தீவனம் அளிக்க வேண்டும். ஏனெனில் கூடுதல் பால் உற்பத்திக்காகத் தேவையப்படும் உணவுச் சத்துக்கள் அனைத்தையும் அவை பசுந்தீவனத்தினால் மட்டுமே பெற இயலாது.

பால் கறவை மாடுகளுக்குத் தீவனம் அளிப்பதில் சில முக்கிய குறிப்புகளைக் கடைப்பிடித்தல் வேண்டும். தனித்தனியே மாடுகளுக்குத் தீவனம் அளிப்பது நல்லது. தரமான நார்ச்சத்து தீவனங்கள் கலப்புத் தீவனத்தின் தேவையைக் குறைக்கின்றன. 1 கி.கி. வைக்கோல், 4 அல்லது 5 கி.கி. பசும்புல்லிற்கு உலர் பொருள் அடிப்படையில் சமமானது. தீவனம் அளிப்பதில் ஒழுங்கு முறை தேவை. தேவைக்கு மேல் தீவனம் அளிப்பதும் தீமை தரும். திடீரென்று தீவனங்களை மாற்றுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். தானிய வகைகளை அரைத்துக் கொடுக்க வேண்டும். கலப்புத் தீவனத்தை நீரில் கலந்து அளிக்க வேண்டும். போதுமான அளவு நார்ச்சத்துத் தீவனம் அளிக்க வேண்டும்.

இருப்பிடமும் நல வாழ்வும். பசு மற்றும் எருமைப் பராமரிப்பில் முதன்மைத் தேவை இருப்பிடமாகும். சிறந்த இருப்பிடம் கறவை மாடுகளைக் காட்டு விலங்கு, திருடர், மோசமான தட்பவெப்பநிலை, நோய் போன்றவற்றிலிருந்து பாதுகாக்கிறது. உலர்ந்த, காற்றோட்டமான, அகன்ற, தூய, வசதியான இடம் மாடுகள் திற்பதற்கும் படுப்பதற்கும் தேவை என்பதுடன் அது கால்நடைகளை உடல் நலத்துடன் வைக்கவும் உதவுகிறது.

ஒவ்வொரு மாட்டிற்கும் படுக்கவும், நடமாடவும் கொட்டகையில் போதுமான இடம் தேவை. ஒரு வளர்ந்த மாட்டிற்கு 12 ச.மீ. இடமும் ஒரு எருமைக்கு 12.5 ச.மீ. இடமும் தேவைப்படும். கொட்டகையின் கூரை குறைந்தது 3.25 மீ. உயரத்தில் இருமுனைகளிலும் இருக்க வேண்டும். கூரை கூரை விட 0.75 தள்ளி முடிய வேண்டும். இதனால் மழை நீர்



கொட்டகையினுள் விழாமல் தடுக்க முடிகிறது. கல்நார், துத்தநாகத் தகடு அல்லது ஒலை கொண்டு, இடத்தைப் பொறுத்தும் தட்ப வெப்ப நிலையைப் பொறுத்தும் செலவினைப் பொறுத்தும் கூரை அமைக்கப்படுகிறது. கொட்டகையின் தரைப்பகுதி சமமாகவும் குழிகள் இல்லாமலும் வெளிப்புறக் கால்வாயை நோக்கி 1 - 40 சாய்தளத்தில் அமைய வேண்டும். சுவர் கூரையின் அளவிற்கு இருக்கக்கூடாது. அப்போதுதான் சிறந்த காற்றோட்டமும் குறுக்குக் காற்றோட்டமும் கிடைக்கும். கொட்டகையின் ஒரு மூலையில் தீவனத் தொட்டி இருக்க வேண்டும். இது 65 செ.மீ. அகலமும் 35 செ.மீ. ஆழமும் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு மாட்டிற்கும் ஒரு பெரிய நீர்த்தொட்டியில் நீர் வைக்க வேண்டும். தொட்டி இல்லையெனில் கோடையில் நாள்தோறும் நான்கு முறைகளும் குளிர் காலத்தில் இரண்டு முறைகளும் நீரினைப் பருகச் செய்ய வேண்டும்.

கறவை மாட்டுக் கொட்டகைகளைத் தூய்மையாகப் பேண வேண்டும். பசுக்களின் சிறுநீர் மற்றும் கழிவுப்பொருள்களைக் கொட்டகையின் வெளிப்புறம் அமைக்கப்பட்டுள்ள குழியில் சேகரிக்க வேண்டும். சாணம் மற்றும் வேறு திண்மக் கழிவுகளை நாள்தோறும் இருமுறை சேகரித்து எருக்குழியில் கொட்ட வேண்டும். வாரம் ஒருமுறை தொற்றுநீக்கக் கரைசலைத் தரையில் தெளிக்கவேண்டும். மாதம் ஒருமுறை மாலதயான், பாராதயான் போன்ற பூச்சி கொல்லிகளை 1:200 விகிதத்தில் நீருடன் கலந்து தரையிலும் கூரையின் மீதும் தெளிக்க வேண்டும். மாட்டின்மீது வெளி ஒட்டுண்ணி இருந்தால் இம்மருந்துகளை 1:400 அல்லது 1:500 எனும் விகிதத்தில் கலந்து மாட்டின் மேல் தெளிக்க வேண்டும். மாடுகள் வெளியே மேய்ச்சலுக்கு அனுப்பப் பட்டாவிடில் நாள்தோறும் இரண்டு மணி நேரம் அவற்றை வெளியே விட வேண்டும். அந்த நேரத்தில் கொட்டகையைத் தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

கறவை மாட்டுக்கு உயிர்க் கொல்லி நோய்கள் வராமல் தடுக்க, தடுப்பூசி மருந்துகள் போட வேண்டும். வெக்கை நோய், அடைப்பான், தொண்டை அடைப்பான், சப்பை நோய், கோமாரி போன்றவற்றிற்குத் தக்க தடுப்பூசி மருந்துகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். வேறு நோய்கள் ஏற்பட்டால் உடனுக்குடன் கால்நடை மருத்துவர் மூலம் உரிய மருத்துவம் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

**தூய பால் உற்பத்தி.** கறவை மாடு பராமரிப்பில் தூய பால் உற்பத்தி முதன்மைக் குறிக்கோளாகும். பாலில் நுண்ணுயிரிகள் எளிதாக வளரும் என்பதால் பால் மடி, அ.க.15-14

கறப்போரின் கை, பால் சேகரிக்கப்படும் குவளை போன்றவை தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். பால் கறக்கும் முன், மடியைக் கழுவி உலர்ந்த துணியால் துடைக்க வேண்டும். பால் கறப்போர் கைகளைக் கழுவித் துடைத்த பின்னரே பால் கறக்க முற்பட வேண்டும். குவளையை நுண்ணுயிரிக் கொல்லியாலோ நீராவியாலோ தூய்மைப்படுத்திப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

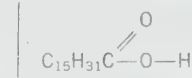
**இனப்பெருக்கம்.** மாடு, கன்று போட்ட 60 - 90 நாளில் அதை மீண்டும் சினைப்படுத்த வேண்டும். இரண்டு மாதம் வற்றிய பருவம் கறவை மாட்டிற்கு அளிக்கப்பட்டால் அடுத்த ஈற்றில் பால் உற்பத்தி கூடும். ஆண்டிற்கு ஒரு கன்று என்னும் கணக்கில் செயல்பட்டால் பால் உற்பத்தியும் தொடர்ந்து பெருகும்.

**கறவை மாடு தேர்வு.** பால் உற்பத்திக்குச் சிறந்த பாரம்பரியம் கொண்ட மாட்டைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஜெர்சி, பிரிசியன் போன்ற கலப்பின மாடுகளை பால் உற்பத்திக்கு ஏற்றவை. கன்றுப் பருவத்தில் இருந்தே மாடுகளைத் தேர்வு செய்து சிறந்த தீவனம் கொடுத்துக் கறவைப் பசுக்களை உருவாக்க வேண்டும். கன்றுப் பராமரிப்பில் இருந்தே கறவை மாடு தேர்வும் பராமரிப்பும் தொடங்கப்பட வேண்டும்.

இரா. வசந்தகுமார்

## பால்மிட்டேட்

பால்மிட்டிக் அமில எஸ்டர் அல்லது அதன் உப்பு பால்மிட்டேட் (palmitate) ஆகும். பால்மிட்டிக் அமிலத்தின் அமைப்பு பின்வருமாறு:



இதில் அமில ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதிலாக உலோக அணு அல்லது கரிமத் தொகுதிகள் பதிலிடப்படும் இயற்கையில் பால்மிட்டேட் என்பது கிளசரைல் எஸ்ட்டராகக் காணப்படுகிறது. இது குறிப்பிடத்தக்க அளவு தாவர, விலங்கினக் கொழுப்பில் செறிந்துள்ளது. நீள தொடர் ஆல்கஹால் கொண்ட பால்மிட்டேட் எலிமென்கு எனப்படுகிறது. குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட எஸ்ட்டர், நெகிழித் தொழிலகங்களில் ஒளிர்ப்பயன்படுகிறது. கார உலோக பால்மிட்டேட் நீரில்

கரையக்கூடியது. இதில் ஸ்டிரேட், ஒலியெட் ஆகியவற்றை ஒத்துள்ளது. குளியல் சோப்பு, சலவைச் சோப்புகளில் இது பயன்படுகிறது. பிற உலோகச் சோப்புகள் உயவுப் பொருள்களிலும், மருந்துப் பொருள்களிலும், அழகு பொருள்களிலும், நீர் எதிர்ப்புப் பொருள்களிலும், பூசணக் கொல்லி தயாரிப்பிலும் பயன்படுகின்றன. காண்க: கொழுப்புகளும் எண்ணெய்களும், சோப், கார்பாக்சிலிக் அமிலம்.

த. தெய்வீகன்

## பால்லிடா முள்

இதன் தாவரப் பெயர் புரோசோபிஸ் பால்லிடா (Prosopispallida) என்பதாகும். பு.லிமென்சிஸ் (P.Limensis) என்பது இதன் பழைய தாவரப் பெயர். இம்மரம் பெரு, கொலம்பியா, ஈக்வடார் ஆகிய பகுதிகளில் வளர்க்கப்படுகிறது. பியூர்ட்டிடோ ரைகோ, ஹவாயன் தீவுகளிலும் கூட இதை வளர்க்கின்றனர்.

வளரியல்பு. இதன் இரண்டு அல்லது மூன்று தண்டுகள் நேராக ஒட்டி 8-20 மீ. உயரம் வளரும். அடிமரம் 60 செ.மீ. கனமானது. இலைகள் உலர்ந்த பின் சாம்பல் கலந்த பச்சை நிறமாயிருக்கும். ஹாவாயில் காணப்படும் மரத்தில் முள்கள் இருப்பதில்லை. ஏனைய பகுதிகளில் வளரும் மரத்தில் முள்கள் காணப்படுகின்றன.

ஏனைய புரோசோபிஸ் சிற்றினங்களைவிட இது பனியால் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. இதை, 600 மீ. உயரம் வரையிலான பகுதியிலும் ஆண்டிற்கு 200-1250 மி.மீ. மழை பெய்யும் இடங்களிலும் மண் அரிப்பு உண்டாகும் பகுதியிலும் களர்மண் நிலங்களிலும் வளர்க்கலாம். விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. ரைசோபியம் என்னும் நுண்ணுயிரை விதைகளுடன் வைத்து விதைத்தால் விளைச்சல் உயரும்.

பால்லிடா முள் மரத்தின் இலைகளும், காய்களும் கால்நடைகளுக்கு உணவாகின்றன. பெரு நாட்டினர் காய்களிலிருந்து இனிப்பான பானம் தயாரித்து அருந்துகின்றனர்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பால்வழி

திங்கள் ஒளி அற்றதும், நகர்ப்புற மின் விளக்குகளின் கூசொளி அற்றதும், கருமை இருள் சூழ்ந்ததுமான ஓர் இடத்தில் நள்ளிரவில் விண்ணை நோக்கினால், சுடர்விடும் நிறை ஒளியுடன் எண்ணற்ற விண்மீன்கள் கருமைப் பின்னணியில் வான் முழுதும் நிறைந்து காணப்படும். நன்கு அறியப்பட்ட ப்ளோ, ஓரியன் போன்ற விண்மீன் குழுக்களைக் காண்பதும் அரிதாகிறது. கரிய இருளும் வான் முழுதும் சூழ்வதில்லை. அடிவானத்தின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து வான் வழியே அதன் மற்றொரு பக்கத்திற்கு மங்கிய வெண்மையான தோற்றத்துடன் கூடிய ஒளிப்பட்டை ஒன்று விண்மீன்களினூடே பரவி நிற்பதைக் காணலாம். ஒரே சீரான ஒளியுடன் அன்றி ஒரு சில இடங்களில் மங்கிய ஒளியுடனும் மற்ற இடங்களில் அருகே உள்ள வெண்மை போன்றும் தோற்றமளிக்கும் இது செயற்கை ஒளி இல்லாத அக்காலத்தில் அப்போதைய வானியலார்க்கு ஒரு சிறப்பு மிக்க எடுப்பான வான்காட்சியாக அமைந்திருக்கும். அதன் தோற்றம் ஒரு பாதை, நீரோட்டம் அல்லது ஆறு போல அமைந்தமையால் அதைப் பற்றிப் பல்வேறான கட்டுக்கதையள் உருவாயின. அதில் ஒன்று, பசியோடு தின்ற குழந்தை ஹெர்குலிசுக்கு இறைவி ஜூனோ பால் கொடுக்க முனைந்தபோது சிந்தி ஓடிய பாலின் ஒட்டமே வானில் தோன்றுகின்றதென்பதாம். எனவே பால்வழி (milky way) என்று அக்காலத்தில் குறிக்கப்பட்டு இன்றும் அப்பெயருடன் வழங்கப்பட்டு வருகிறது.

கி.பி. 17 ஆம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கம் வரை பால்வழி பற்றிய உண்மையான இயல்பு அறியப்படவில்லை. இத்தாலியைச் சேர்ந்த அறிவியலார் கலீலியோ தாமே உருவாக்கிய ஒரு தொலைநோக்கியைக் கொண்டு இவ்வொளிப் பட்டையைக் கூர்ந்து நோக்கி அதன் ஒளி பல்லாயிரக்கணக்கான விண்மீன்களின் ஒளிச் சேர்க்கையால் வருவதே எனக் கண்டறிந்தார். இவ்விண்மீன்கள் தொலைநோக்கி போன்ற கருவியின்றி நேரே கட்டிலனாவதில்லை. அடுத்த ஒரு நூற்றாண்டுக்கு இதைத் தவிர அது தொடர்பான விளக்கங்களில் முன்னேற்றம் ஏதுமில்லை. 18ஆம் நூற்றாண்டில் சர் வில்லியம் ஹெர்ஷல் என்னும் வானியலார் வானில் தோன்றும் அனைத்து விண்மீன்களையும் தானே அமைத்து உருவாக்கிய ஒரு பெரும் தொலைநோக்கி வழியாக பார்த்தறிந்து அவை பற்றிய குறிப்புக்களைக் கணிக்கும் ஒரு மாபெரும் பணியை மேற்கொள்ள விழைந்தார். விண்மீன்களின் எண்ணற்ற நிலையை உணர்ந்து இப்பெரும்பணியின் நடைமுறைச் செயற்பாடு வழியாக விண்வெளியின் வெவ்வேறு கோண

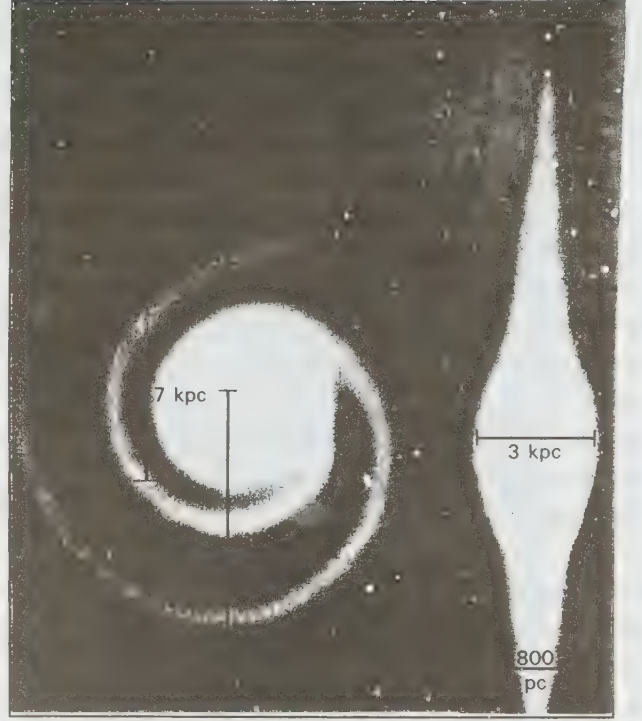


அளவில் காணப்படும் விண்மீன் தொகுப்புகளில் அவ்வவ்விடங்களுக்கு மாதிரியாக அமைந்த சிலவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்து அவை பற்றிய குறிப்புகளைச் சேர்த்தார். விண்வெளிக் கோளத்தை 700 பிரிவுகளாக்கிப் பெரிதும் முயன்று இப்பணியைச் செவ்வனே முடித்தார். அவர் தம் ஆய்வின் பயனாக முதன்முதலாகப் பால்வழி பற்றிய வியப்பூட்டும் அரிய செய்திகளை வெளியிட்டார்.

பால்வழி, விண்வெளியில் பரந்து நிற்கும் ஒரு பெரும் மண்டலத்தின் ஒரு புறத்தோற்றமே எனவும், இம்மண்டலத்தின் மையத்தளத்தை நோக்கிச் செல்கையில் விண்மீன்கள் எண்ணிக்கையில் பெருகி அடர்ந்து காணப்படுவதையும் அதனின்றி இருபக்கமும் மேலேயும் கீழேயும் செல்கையில் விண்மீன்கள் அருகி எண்ணிக்கையில் குறைந்து நிற்பதையும், மையத்திலிருந்து நீண்ட தொலைவில் விண்மீன்கள் மிக அருகி நிற்பதையும் கண்டறிந்தார். இப்பால்வழி மண்டலம் ஒரு பெரும் குவிவில்லையைப் போன்ற அமைப்புடன் இருக்க வேண்டும் எனவும் சூரிய மண்டலம் அதன் அனைத்துக் கோள்களுடன் ஒரு ஸ்ரீனைப்பற்ற நிலையில், பல்லாயிரக்கணக்கான விண்மீன்களில் ஒன்றாக இப்பெரும் பால்வழி மண்டலத்தின் மையத்திற்குச் சற்றே அண்மையில் அமைந்திருக்க வேண்டுமெனவும் தம் ஆய்வின் அடிப்படையில் விளக்கினார்.

19 ஆம் நூற்றாண்டில் பின்னால வந்த வானியலார் இக்கருத்தை முழுமையும் ஏற்காவிடினும் ஹெர்ஷல் அன்று வழங்கிய இப்போதைய பால்வழி வளி மண்டலம் பற்றிய உருவகக் கோட்பாடு முழுமையும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. அப்பெரும் மண்டலத்தின் பரிமாண அளவில் மட்டுமே ஒரேயொரு மாற்றம் காணப்படுகிறது. இக்கால வானியலார் துல்லியமாக அறிந்தபடி அதன் பரிமாணம் ஹெர்ஷல் காட்டியதை விடப் பத்து மடங்கு பெரியது. சூரிய மண்டலத்தை உள்ளடக்கிய இப்பால்வழி மண்டலம், வான் பலகை எனவும் வானியலில் வழங்கப்படுவது, எல்லையற்ற பேரண்டத்தில் காணப்பட்டதும் காணப்படாததுமான மிகப்பல பால்வழி மண்டலங்களுள் ஒன்றாகும். இதன் பரிமாணம், அமைப்பு ஆகியவை படம்.1 இல் காட்டியவாறு அமைந்துள்ளன. ஆகவே பால்வழி எனத் தோன்றுவது மிகப் பரந்து நிற்கின்ற பால்வழி மண்டலத்தில் அதன் கூறாக முனைப்பற்ற நிலையில் அதன் மையத்தினின்று சற்றுத் தொலைவில் அமைந்துள்ள சூரிய மண்டலத்தைச் சேர்ந்த புவி என்னும் ஒரு கோளிலிருந்து அப்பெரும் மண்டலத்தின் ஒரு பகுதியாகக் காணும் ஒரு புறக்காட்சியைக் குறிக்கும்.

அ.க.15-14அ



படம் 1.

பால்வழியின் ஒளிர் பட்டை வான்வெளியை ஏறத்தாழ ஒரு பெரிய வட்ட வடிவில் சூழ்ந்திருக்கிறது. இது பால்வழி மண்டலத்தின் மையத்தளமாக அமைந்துள்ளது. மையத்தில் சற்றே குவிந்துள்ள தட்டு போன்ற இதன் விட்டம் 30,000 பார்செக் ஆகும். இம்மண்டலத்திலுள்ள பெருவாரியான விண்மீன்களுக்கிடையேயான வளி, தூசு ஆகியவை 1500 பார்செக்குக்கு உட்பட்ட தொலைவில் உள்ளன. பேரொளி பொருந்திய புதிய இளவிண்மீன்கள், விண்மீன் குழுக்கள் குழப்பிரிவு-1 எனப் பகுக்கப்பட்டவை, 1000 பார்செக்குக்கு உட்பட்ட தொலைவிலும், ஏனைய முதிய விண்மீன்கள், விண்மீன் குழுக்கள், குழப்பிரிவு-2 எனப் பகுக்கப்பட்டவை, இத்தட்டின் தள மையத்திலிருந்து அதனைச் சுற்றியுள்ள ஒளி வட்டமாகவும் காணப்படுகின்றன. இப்பெரும் மண்டலத்தின் கூடுதல் நிறை ஏறத்தாழ 2-10 மடங்கு சூரிய மண்டலத்தின் நிறையாகும். அண்மைக்காலத்தில் வானியலார் சிலர் கூற்றின்படி இம்மண்டலத்தின் ஒளிவட்டத்தின் அப்பாலும் ஒரு விளிம்பு ஒளி வட்டம் (corona) சூழ்ந்திருக்கிறது

என்றும் அது மெல்லிய நீண்ட தொலைவு பரவி நின்று பெரும் நிறை கொண்டதாக உள்ளதெனவும் ஏறத்தாழ 100,000 பார்செக் விட்டம் கொண்ட ஒளி வளையமாக அமைந்துள்ளது எனவும் அறியலாம்.

பால்வழி மண்டலம் பல நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு உருவாகியது எனப் பொதுவாகக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. தொடக்கத்தில் விண்மீன் குழுப்பிரிவு-2 ஐச் சேர்ந்த விண்மீன்களும், விண்மீன் குழுக்களும் உருவாகியும், பின்னர் இவை எப்போதும் மையத்தைச் சுற்றி வரும் நிலையில் வேகம் குறைந்து ஒன்றோடொன்று மோதியதால் வெளிப்பட்ட வளியும் தூசும் மண்டல மையத்தின்பால் ஈர்க்கப்பட்டு அங்கே நெருக்கப்பட்டுத் திண்மப் பெருக்கமடைந்து குழுப்பிரிவு-1 ஐச் சேர்ந்த புதிய விண்மீன்கள் உருவாகியும் தொடர்ந்து உருவாகிக் கொண்டும் இருக்கின்ற நிலை காணப்படுகிறது. குழுப்பிரிவு II-ஐச் சேர்ந்த நீலவெண்மைப் பேரொளியுடனும், மீவெப்பத்துடனும், நிறையுடனும் கூடிய O, B விண்மீன்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை உருவாகி ஒரு சில மில்லியன் ஆண்டுகளே ஆகின்றன. சூரியன் ஒரு நடுத்தரமான தட்டையான விண்மீன். இது  $5 \times 10^9$  ஆண்டுகளுக்கு முன் உருவானதாக நம்பப்படுகிறது.

பால்வழி மண்டலத்தை முப்பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை தட்டையான, வட்டமான, பரந்த தட்டுப்பகுதி, இதனைச் சூழ்ந்து நிற்கும் ஒளி வட்டம், அதன் மையக் கருப்பகுதி என்பன. மையக்கருப்பகுதி மண்டலத்தின் முழுநிறையில் 5% கொண்டதாகவும், 4000 - 5000 பார்செக் தொலைவு வரை மண்டல மையத்திலிருந்து பரவியும் உள்ளது. இதுவே மண்டலத்தின் ஈர்ப்பு மையமாகவும் அமைந்துள்ளது.

பால்வழி மண்டலத்தின் உள்ளீடாக நிற்கும் மையப் பகுதிகள் நேரில் கண்டறியும் வண்ணம் இல்லை. இவை விண்வெளித் தூசு நிறைந்த மேகங்களால் காண இயலாதவாறு மறைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தொடக்கக் காலத்தில் இந்தக் கருமைப்பகுதிகள் விண்மீன் அற்ற வெற்றிடங்களாகக் கருதப்பட்டன. பின்னால் அவற்றினூடே அவற்றுக்கு அப்பால் உள்ள விண்மீன்களின் ஒளி பாய்ந்து வராத நிலை கண்டறியப் பட்டமையால் அவை வெற்றிடமல்ல எனவும் ஒளியற்ற பொருண்மை நிறைந்த இடம் எனவும் தெளிவாகியது.

இருப்பினும் மண்டலத்தின் மையப்பகுதிகளை அங்கிருந்து வெளிப்படும் நீண்ட அகச்சிவப்பு ஒளியைக் கொண்டு இடர்ப்பாடு ஏதுமின்றி ஓரளவு கண்டறிய இயலும் என்பது புலனாயிற்று. எடுத்துக்காட்டாகப் புவியிலிருந்து மண்டல மையத்தை நோக்குங்கால், வானொலி அலை

நீளங்களில் கதிர்வீச்சைச் செலுத்தும் சசிடாரியஸ்- A (sagitaris-A) எனப்படும் விண்மீன் மேக மூட்டம் மிகத் துல்லியமாகக் குறிப்பிடக்கூடிய அளவில் அமைந்துள்ளது. ஆயினும் காமாக் கதிர்வீச்சுச் செலுத்தும் மண்டல மைய உட்கருவின் ஆக்கக்கூறுகள் பற்றி இதுவரை ஏதும் கண்டறியப்படவில்லை.

சூரியனும், பெருமளவில் சூழ்ந்துள்ள விண்மீன்களும் பால்வழி மண்டலத்தை ஏறத்தாழ ஒரு வட்டமான பாதையில் நொடிக்கு 225 கி.மீ. வேகத்தில் சுற்றி வருகின்றன. இவ்வேகத்தில் சூரியனும் அதனருகே உள்ள விண்மீன்களும் ஒருமுறை சுற்றி வர  $2.5 \times 10^8$  ஆண்டுகள் ஆகும் என்பதைக் கணக்கிடும்போது மண்டலத்தின் பரிமாணத்தைப் பற்றி ஓரளவு தெரிந்து கொள்ளலாம். சூரியன் தோன்றிய நான் தொட்டு, தான் இயங்கும் அனைத்துக் கோள்களுடன் இதுவரை 20 சுற்றுகளே முடிந்துள்ளன.  $2-3 \times 10^8$  ஆண்டுகள் வயதுடைய ஒரு விண்மீன் இம்மண்டலப் பெரும் சுழற்சியில் 100 இல் 1 மடங்கையே அது தோன்றிய காலம் முதல் கவர்ந்திருக்கும்.

கடந்த 80 ஆண்டுகளாக, பால்வழி மண்டலத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகள் முடுக்கம் பெற்றதில், அம்மண்டலத்தில் காணக்கூடிய அனைத்துப் பொருள்களின் தொலைவையும் 20 விழுக்காட்டிற்கும் உட்பட்ட பிழைகளுடன் கணக்கிடும் நிலை எய்தப் பெற்றது. 1000 பார்செக்-தொலைவிற்கு உட்பட்ட விண்மீன்களின் பார்வைக் கோட்டிற்கும் குறுக்கான நகர்வுகளை (crosswise motion) ஓர் ஆண்டுக்கான கோண நொடி அலகில் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். இவ்வகை நகர்வு இசைவான நகர்வு (proper motion) எனப்படும். ஆரத்திசைவேகம் (radial velocity) எனப்படும் பார்வைக் கோட்டில் ஏற்படும் நகர்வு கி.மீ./நொடி என அளவிடப்படுகிறது. மண்டலத்தின் சுழற்சி, அதன் மையத்திலிருந்து வெவ்வேறு தொலைவுகளில் அமைந்துள்ள பொருள்களின் சுழற்சி வேக மாறுபாட்டின் வாயிலாக நன்கு தெளிவாகியுள்ளது. இது தவிர மண்டலத்தில் விண்மீன் குழுக்கள் தனித்து ஒருமிக்க நகர்வதும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

வானியலில், பால்வழி மண்டலத்தைப் பற்றிய தற்கால இருபெரும் ஆய்வுப்பிரிவுகள் அதன் சுருள்வட்டை அமைப்பைப் பற்றியதும், அதில் தொடர்ந்து நிகழ்வுறு விண்மீன்களின் உருவாக்கம் பற்றியதுமே ஆகும். பால்வழி மண்டலம் பேரண்டத்திலுள்ள சில பால்வழி மண்டலங்களைப் போலவே சுருள்வளை கரங்கள் (spiral arms) அல்லது ஆரவீச்சுகள் கொண்டதெனவும் இறுக்கமாகச் சுற்றப்பட்ட ஓர் அமைப்பை உடையதெனவும் இரு பெரும் சுருள் கரங்களைக்





கொண்ட சுருள் சுழல் வில்லை அமைப்புக் கொண்டதெனவும் அறியப்படுகிறது. (காண்க:படம்.1) விண்மீன்களுக்கிடையே உள்ள விண்வெளித்தூசு, வளிமங்கள் ஆகியவற்றின் சுருள் வட்ட அமைப்புகளிலிருந்தும், குழுப்பிரிவு II-ஐச் சார்ந்த புதிய விண்மீன்களைக் கொண்டும் இவற்றை இனங்கண்டு கொள்ளலாம். மேலும் பால்வழி மண்டலத்தின் தள மையத்தின் அருகில், சுருள் வட்ட அமைப்பிலுள்ள வளிம அடர்த்தி, அதன் சுழல் கரங்களுக்கு இடையே உள்ள வளிம அடர்த்தியைப் போன்று 5-8 மடங்காக உள்ளமையைக் காணலாம். விண்வெளித்தூசு, சுழல் கரங்களின் உள்ளிட்ட பகுதியில் பெரும் அடர்த்தியுடன் காணப்படுகிறது.

சிசி.லின், ஃப்ளக்ஷ் ஆகிய வானியலாரின் இது பற்றிய அடர்த்தி-அலைக்கோட்பாடு தூசு, வளிமம் ஆகிய இரண்டும் இது போல் ஒருமித்துச் சுருள் வட்டக் கரங்களிலும், அதன் மருங்கிலும் அடர்ந்து சேர்வதை விளக்குகிறது. சுழற்சியோடு சேர்ந்த ஓர் அதிர்ச்சி அலையும் (shock wave) இந்தத் தூசு, வளிம ஒடுக்கத்தையும் அடர்த்தியாக்குவதையும் மிகுதியாக்குகிறது. இந்திலை ஒரு புதிய விண்மீன் உருவாவதற்கு ஏற்றதாகவும் போதுமானதாகவும் இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. சுருள் சுழல் வட்டக் கரங்களினின்று வெளிப்படும் சிங்குரோட்ரான் (synchrotron) கதிர்வீச்சு, அதிர்ச்சி அலைக்குச் சான்றாக அமையும். வான்வெளிக் காட்சிப் பதிவுகள் வானொலி அலைகள் வழியே பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன.

வானியலில் கடந்த பல ஆண்டுகளாகப் பால்வழி மண்டலத்தில் இடையறாது நிகழ்வதும் விண்மீன் உருவாக்கம் பற்றிய ஆய்வுகளே முன்னணியில் நிற்கின்றன. மண்டலத்தின் உள்ளே விண்வெளித்தூசு, அதனோடு சேர்ந்துள்ள வளிமங்கள் ஆகியவற்றாலான தொகுப்புகளின் ஆழ் உள்ளீடாக (deep inside) விண்மீன் உருவாக்கம் நிகழ்ந்து கொண்டுள்ளமையைக் காணலாம். இந்தத் தொகுப்பினுள் காணப்படும் வளிமம் பெருமளவில் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளே ஆகும். கதிர்வீச்செறியும் ஒண்முகிற் படலங்களைச் சுற்றியுள்ள அண்மை இடங்களிலும் அவற்றோடு தொடர்புடைய ஒளிமிக்க, வெப்பமுடைய விண்மீன்களுக்கு இடையே புதிய விண்மீன்கள் உருவாவதும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு பெருமளவில் நிறைந்துள்ள இடங்களிலும், விண்வெளித்தூசு அடர்த்தி நிறைந்துள்ள இடங்களிலும் இந்த உருவாக்கம் சற்றே முனைப்புடன் நிகழ்வது போல் தோன்றுகிறது. கோள உருவில் தனித்து, அமைதிச் சூழ்நிலையில் காணப்படும் சில கருமை

ஒண்முகிற் படலங்களினுள்ளேயும், விண்மீன் உருவாக்கத்தின் முன்னோடிகளாக அமையப் பெறும் விதத்தில் மிகக் குறைந்த அளவு வெப்பமுடைய (5 - 12K), சிறு கோளங்கள் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு மிகு அடர்த்தியுடன் உள்ளமையும் காணப்பட்டது.

விண்மீன் உருவாக்கம், பால்வழி மண்டலத்தின் சுருள் சுழல் வட்ட அமைப்பிற்கு அடிப்படைக் காரணமான அடர்த்தி அலைகளோடு தொடர்புடைய அதிர்ச்சி அலைகளால் தொடங்கப் பெறுகிறது எனலாம். குப்பர்நோவா எனப்படும் மிகப்பெரு விண்மீன் மண்டலங்கள் வெடித்தலால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி அலைகளும் இது போன்ற விண்மீன் குழுக்களின் உருவாக்க வினையைத் தொடங்குவதற்குக் காரணமாக அமையலாம்.

பால்வழி மண்டலத்திற்கு அண்மையில் அதற்குத் துணைநிற்பவை போல இரு பால்வழி மண்டலங்கள் உள்ளமையைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இவை முறையே பெரும், சிறிய மெகல்லானிக் மேகங்கள் எனப்படுகின்றன.

இவற்றில் விண்மீன் உருவாக்கம் பால்வழி மண்டலத்தில் நிகழ்வதை விட மிக விறுவிறுப்பாக நிகழ்கிறது. அதே நேரத்தில் இப்பால் மண்டலங்களில் விண்வெளித்தூசு மிகக் குறைந்தும் (கூடுதல் நிறையில் மட்டுமே) ஹைட்ரஜன் அணு நிறைந்தும் காணப்படுகிறது. ஆகவே விண்மீன் உருவாக்கம் என்பது விண்வெளித்தூசு, ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு ஆகியவற்றால் மட்டும் ஏற்படுவதன்று என்பதும், அதற்கு மிக அப்பாற்பட்ட ஒரு வியத்தகு நிகழ்வு உள்ளது என்பதும் அறியப்படும்.

எம். எஸ். கோவிந்தசாமி

## பால் வேதியியல்

மனிதனின் இன்றியமையா உணவாகப் பால் இருப்பதாலும் பாலிலிருந்து பல்வேறு உணவுப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுவதாலும் பாலின் வேதியியல் பற்றிய தெளிவு தேவைப்படுகிறது.

பாலில் உள்ள வேதிப் பொருள்கள் கொழுப்பு, சர்க்கரை, புரதம், தாது உப்புகள் என்று 1850ம் ஆண்டிற்கு முன்பிருந்தே கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால் அதன்பின் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளில் பல்வேறு வேதிப் பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.



பாலில் உள்ள வேதிப் பொருள்களில் சில இயற்கையில் பால் சுரப்பிகளில் சுரக்கப்படுகின்றன. வேறு சில பொருள்கள் வேறு வழிகளில் பாலில் கலந்து விடுகின்றன. பாலில் உள்ள வேதிப் பொருள்களில் மிகுதியாய் இருப்பது நீராகும். 1 லி. பாலில் ஏறத்தாழ 860-880 மி.லி. நீர் உள்ளது. பாலில் கொழுப்பும் கொழுப்பில் கரையக்கூடிய பொருள்களும் மிகுதி. இவை பால் கொழுப்பு, பாஸ்போலிப்பிட், செரிபுரோசைடு, ஸ்டீரால், கரோட்டினாய்டு, வைட்டமின் E, K ஆகியவை. பால் புரதமும் பல்வேறு வகைகளில் பாலில் கலந்துள்ளது. இவற்றில் முதன்மை வகைகள் கேசின், லாக்டோகுளோபுலின், லாக்டால்புமின், யூக்னாடபுலின், குடோகுளாபுலின் போன்றவை. இவற்றுடன் புரதம் கொண்ட நொதிகளும், பாலில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் குறிப்பிடத்தக்க நொதிகள் கேடலேஸ், பெராக்சிடேஸ், அமைலேஸ், லைபேஸ், புரோடியேஸ் போன்றவையாகும்.

பாலில் கரைந்து கரைசல வடிவில் இருக்கும் பொருள்கள் பலவாகும். இவற்றுள் மாவுச்சத்துப் பொருள்கள் முதன்மையானவை. பாலில் உள்ள சர்க்கரைப் பொருள்கள் லாக்டோஸ், குளுகோஸ் போன்றவையாகும். மேலும் பல வேதி உப்புகள் கரைந்துள்ளன. இவற்றுள் தாது, கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம் பாஸ்பேட்டு, சிட்ரேட், குளோரைடு பை கார்பனேட் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. B காம்ப்ளெக்ஸ், வைட்டமின் 'C' ஆகியவையும் கலந்துள்ளன.

புரதமில்லாத நைட்ரஜன் கலந்த பல பொருள்களும் பாலில் உள்ளன. இவற்றுள் முதன்மையானவை அமோனியா, அமினோ அமிலம், யூரியா, கிரியடின், யூரிக் அமிலம் போன்றவை. மேலும் கார்பன்டைஆக்சைடு, ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் போன்ற வளிமப் பொருள்களும் சில மூலக்கூறுகளும் பாலில் கலந்துள்ளன.

பாலில் உள்ள வேதிப் பொருள்களின் இருப்பு அளவும் நிலையானதன்று. இது பல்வேறு காரணங்களால் மாறுபடக்கூடும். பசுவின் உடற்கூறு தவிர்ப் பாலைப் பதப்படுத்தும் முறை, ஆய்வு முறை போன்ற காரணங்களாலும் பாலின் வேதி அமைப்பு மாறுபடுகிறது. குறிப்பாகப் பால் கொழுப்பின் அளவு, இனத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஜெர்சி கரன்சி இனங்களில் பால் கொழுப்பு சராசரியாக 5% உள்ளது. ஆனால் ஃபிரிஷியன் இனத்தில் இது 3.5% உள்ளது. ஒரே இனத்தில் கூடப் பசுவிற்குப் பசு வேதியியல் அமைப்பு மாறக்கூடும். பால் கொழுப்பு என்பது ஒரு பரம்பரைக் குணம். எனவே பாரம்பரியத்தைப் பொறுத்துப் பால் கொழுப்பு அளவு மாறுபடுகிறது. மேலும் சுற்றுப்புறச் சூழலைப் பொறுத்தும்

பால் கொழுப்பு அளவு மாறுபடலாம். புரதம், சர்க்கரை அளவுகள் கூடப் பரம்பரையினை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. கொழுப்பு அல்லாத பிற திண்மப் பொருள்களின் அளவைத் தேர்ந்தெடுத்த இனப்பெருக்கம் மூலம் அதிகரிக்கச் செய்யலாம் என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எனவே பால் கொழுப்பு, பால் புரதம், பால் சர்க்கரை ஆகிய பொருள்கள் தனித்தனியே பரம்பரையின் அடிப்படையில் அறுதியிடப்படுகின்றன. இப் பொருள்களின் வேறுபாடுகளைக் கணக்கிடும்போது பால் உற்பத்தி அளவின் வேறுபாடுகள் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகப் பால் கொழுப்பின் அதிகரிப்பு பால் அளவு குறைவதால் கூட ஏற்படக்கூடும்.

கால்நடைத் தீவனப் பழக்கம் பால் வேதியியலை மாற்றக்கூடிய தன்மையுடையது. செரித்த தீவனம் பாலின் அமைப்பை மாற்றுவதில்லை. மாடுகளின் உடல் எடை மட்டும் கூடுகிறது. தீவனக் குறைவால் பால் அளவு குறைந்து கொழுப்புச் சத்து கூடுகிறது. ஆனால் மொத்த கொழுப்பு உற்பத்தியில் எம்மாறுதலும் இராது. நார்ச்சத்து குறைந்த தீவனங்களை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தினால் பால் கொழுப்பு விகிதம் 0.5% வரை குறையும். கொழுப்புச் சத்து அறவே நீக்கப்பட்ட தீவனத்தைப் பயன்படுத்தும்போது மாவுப் பொருள்களிலிருந்து கொழுப்பு தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் சிறிது கொழுப்பைத் தீவனத்தில் சேர்ப்பது மூலம் பால் அளவையும் கொழுப்புச் சத்தையும் ஓரளவிற்கு அதிகரிக்கச் செய்ய மீன் எண்ணெயைப் பசுக்களுக்குக் கொடுக்கலாம். இதற்கு மீன் எண்ணெயில் உள்ள (unsaturated fatty acid) கொழுப்பு அமிலங்கள் காரணமாகும். எனவே கொழுப்புச் சத்தைத் தீவனத்தில் சேர்ப்பதிலும் எச்சரிக்கை தேவை. தீவனப் புரதங்கள் பால் புரதங்களின் அமைப்பையோ, அளவையோ பாதிப்பதில்லை. தாது உப்புப் பற்றாக்குறை உள்ள தீவனத்தால் பாலின் வேதியியல் மாறுபடுவதில்லை என்றாலும், பசுவின் உடலில்ருந்து தாது உப்புகள் உறிஞ்சப்பட்டுப் பாலின் அமைப்பு மாறாமல் காக்கப்படுகிறது. எனவே பசுக்கள் தாது உப்புப் பற்றாக்குறையால் பாதிக்கப்படக்கூடும். அதிகரித்த தாது உப்புகளை உணவில் அளிப்பது பாலின் தாது உப்பு அளவை அதிகரிக்கச் செய்வதில்லை.

பருவக் காலங்களும் பால் வேதியியலைப் பாதிக்கின்றன. பால் கொழுப்பு குளிர்காலத்தில் மிகுந்து கோடையில் குறைந்தும் உள்ளது. கொழுப்பு அல்லாத திண்மப் பொருள்களும் இவ்வாறே மாறுபடுகின்றன. இவற்றின் புரதமும், தாது உப்புகளும் கோடையில் குறைந்தும் குளிர்காலத்தில் அதிகரித்தும் உள்ளன. ஆனால் பால் சர்க்கரை இவ்வாறு

மாறுபடுவதில்லை. பசுக்களின் வயதும், பால் வேதியியலை மாற்றக்கூடும். ஒவ்வோர் ஈற்றுக்கும் கொழுப்புச் சத்து குறைகிறது. எனவே வயது அதிகரிக்கும்போது கொழுப்பின் அளவு குறைகிறது. அதே போல் கொழுப்பு அல்லாத திண்மப் பொருள்களும் மாறுபடுகின்றன. கறவையின் தொடக்கத்திலும் முடிவிலும் பால் வேதியியல் மாறுபடுகிறது. சீம்பாலில் தாது உப்பு, புரதம், கேசின் போன்றவை மிகுந்துள்ளன. லாக்டோஸ் சர்க்கரை அளவு குறைவாக உள்ளது. கொழுப்புச்சத்து பாலில் உள்ளதை விடக் கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ இருக்கக்கூடும். இவ்வேறுபாடு நாளடைவில் பாலின் அமைப்பாக மாறுகிறது. சீம்பாலில் கால்சியம், மக்னீசியம், பாஸ்பரஸ், குளோரைடு ஆகியன மிகுதியாகவும், பொட்டாசியம் குறைவாகவும் உள்ளன. பசுவின் மடியில் நான்கு காம்புகளிலும் கறக்கப்படும் பால் வேதி அமைப்பில் மாறுபடக்கூடும். பால் கறக்கும் முறைகளின் அடிப்படையிலும் பால் வேதி அமைப்பு மாறுபடுகின்றது. பால் கறக்கும்போது முதலில் கொழுப்புச்சத்து குறைவாகவும் முடிவில் மிகுதியாகவும் இருக்கும்.

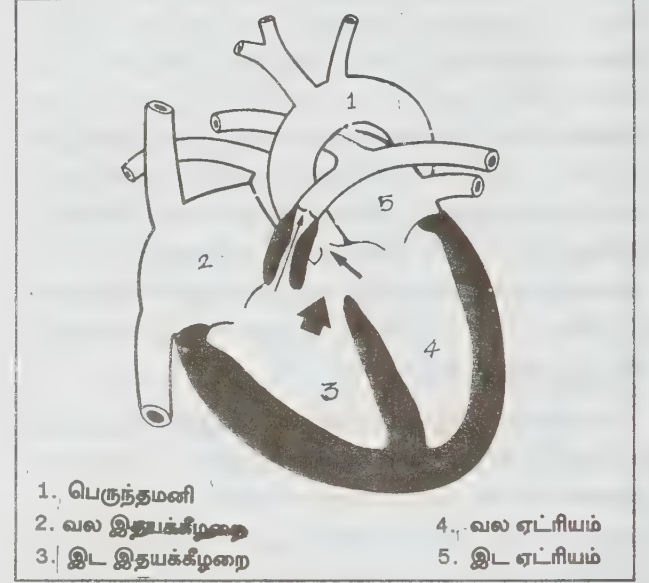
பாலின் அடிப்படைப் பொருள்களான கொழுப்பு, புரதம், சர்க்கரை, எரிசக்தி ஆகியவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பும் வேறுபடுகிறது. கொழுப்பும் புரதமும், எரிசக்தியுடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. கொழுப்பு மற்றும் சர்க்கரை அளவுகள் அடிப்படையில் தனித்தனியானவை. இவற்றிற்கு இடையில் தொடர்பு இல்லை. பாலின் வேதி அமைப்புப் பற்றி ஆய்வுகள் தொடர்கின்றன. பால்சுரப்பு வேதிப்பொருள்கள் பற்றிய மாறுபாடுகள் இந்த ஆய்வுகள் மூலம் தெளிவடையக்கூடும்.

இரா. வசந்தகுமார்

## ஃபாலட் நாலியம்

இது பிறவியிலேயே தோன்றும் குறைபாடாகும். நோய் நிலையில் காது, மூக்கு, உதடு ஆகியவை நீலமாக இருக்கும். இதயத்தில் நுரையீரல் தமனிச் சுருக்கம், இதயக்கீழறை இடைச்சுவரில் துளை, பெருந்தமனியின் வலப்பக்க அமைப்பு, வல இதயக் கீழறை மிகை வளர்ச்சி ஆகியவை காணப்படும். இக்குறைகள் குழந்தை பிறந்தவுடன் புலப்படுவதில்லை. நாளடைவில் குழந்தை நீல நிறமாக மாறுவதைக் கொண்டு நோயறியலாம். வளர்ந்த குழந்தைகளிடம் மூச்சுத் திணறலும் சோர்வும் காணப்படும். இதனால் இச்சிறுவர்கள் ஓடியாடக் கூடியதே நேரத்தில் மூச்சுத் திணறல் உண்டாவதால் கையால் முழங்காலைக் கட்டிக் கொண்டு உட்கார்ந்திருப்பர். சில

குழந்தைகளுக்கு உண்ணும்போதும், விளையாடும்போதும் இடையிடையே நீல நிறம் தோன்றுவது உண்டு. இந்நிலையில் அவர்கள் சில நிமிடங்கள் அசைவின்றி இருப்பர். பிறகு சிறிது சிறிதாக இயல்பு நிலை ஏற்படும்.



ஃபாலட் நாலியம் (Fallot's tetralogy)

அறிகுறிகள். நீலம் பாரித்தல், இதயத்தொனியின் முணுமுணுப்பு மார்க்குக்கூட்டின் இடப்புறத்தில் கேட்டல், இதயத்தின் இரண்டாம் ஒலியான நுரையீரல் தமனியின் மூவிதழ் அடைப்பு மிகச் சன்னமாக ஒலித்தல், இதய மின்வரைபடத்தில் இதயத்தின் வலப்பகுதி பெருத்திருத்தல், கதிர்வீச்சு நிழல்படத்தில் இதயத்தின் வடிவம் வேறுபட்டிருத்தல், நுரையீரல் தமனியில் வளைவு இராமை ஆகியவற்றைக் கொண்டு நோயை அறுதியிடலாம்.

மருத்துவம். நீலம் பாரித்தலைப் புரோபிரனலால் என்னும் மருந்தால் ஓரளவு தவிர்க்கலாம். ஆனால் முழுக்குணம் பெற அறுவையே ஏற்றது. இதயக் கீழறை நடுச்சுவரிலுள்ள துளை மூடப்பட்டு, வல இதயக் கீழறையிலிருந்து வெளியேற்றத் தடையும் நீக்கப்படுகிறது. சில நேரங்களில் பிறந்த குழந்தைக்குத் தற்காலிக அறுவை செய்வதுண்டு. இங்கு நுரையீரல் தமனியும் காரையடித் தமனியும் இணைக்கப் படுகின்றன. இவ்வகை அறுவை முறையைக் கண்டுபிடித்தோர் பிளாலாக், டாசிக் என்போர் ஆவர்.

பத்மா சங்கர்



## பாலம்

சாலையின் வழியில் குறுக்கிடும் நீரோடைகள், பள்ளங்கள், குழாய்கள், இருப்புப்பாதைகள் முதலான தடைகளைக் கடப்பதற்கு அமைக்கப்படும் கட்டுமானம், பாலம் எனப்படும். நெடுஞ்சாலை, இருப்புப்பாதை, கால்வாய், எண்ணெய் அல்லது நீர்க்குழாய், நடைபாதை ஆகியவற்றுக்காகப் பாலம் கட்டப்படுகிறது. பயன்பாடு, கட்டுமானப் பொருள், கட்டமைப்பு வகை, நீளம் இவற்றைப் பொறுத்துப் பாலம் பல வகையாகக் காணப்படும். இங்கிலாந்திலுள்ள அம்பர் பாலம் (நீளம் 1410மீ.), நியூயார்க் அருகிலுள்ள வெரசானோ குடாப்பாலம் (நீளம் 1298மீ.) ஆகியவை மிக நீண்ட பாலங்களுள் சிலவாகும்.

நீரோடைகளைக் கடக்க மரங்களை வீழ்த்திக் குறுக்கே போடத் தொடங்கிய காலத்திலிருந்தே பாலங்களின் வரலாறு தொடங்கிவிட்டதென்பர். மரங்களேயல்லாமல் கற்பலகங்களும் இவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன; இவை இன்றும் புழக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. ரோமானியர் ஆட்சிக் காலத்திற்குள்ளாகவே, கற்களால் பாலம் கட்டும் கலை சிறப்பான வளர்ச்சியுற்றிருந்தது. தொடர்ந்து ஈராயிரம் ஆண்டுகள் இது ஒரு கைத்திறன் கலையாகவே போற்றப்பட்டு வந்துள்ளது.

13ஆம் நூற்றாண்டில் பாலங்களின் மீது செயல்படும் சுமைகளின் விளைவுகள் விசையியல் நோக்கில் கணக்கிடப்பட்டுப் பாலங்களைப் போதிய வலிமையுடனும் சிக்கனத்துடனும் வடிவமைப்பதற்கான பொறியியல் கோட்பாடுகள் உருவாக்கப்பட்டுச் செயல்வடிவம் பெறத்தொடங்கின. தொழிற் புரட்சியின் விளைவாகத் தோன்றிய ஊர்திப் பொறிகளின் மிகுதியான வேகம், சுமை காரணமாகப் பாலங்களின் வலிமையை உறுதி செய்யவும், சிக்கனமான வடிவமைப்பைப் பெறவும் விசையியல் ஆய்வு இன்றியமையாததாக உள்ளது. புகை வண்டிப் பாலங்களுக்கு இரும்பைக் கட்டுமான பொருளாகப் பயன்படுத்தல் 19ஆம் நூற்றாண்டின் இடைப்பகுதியில் முதன்முதலாக இங்கிலாந்தில் தொடங்கியது.

பெரிய பாலங்களைக் கட்டுவதற்கு முன் பொருள் வலிமை ஆய்வு, படிம ஆய்வு (model testing) போன்ற வையும் மேற்கொள்ளப்படலாயின. இந்நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் பல பாலங்களின் உடைவு, குறிப்பாக இரும்புப் பாதை பாலங்களின் உடைவு காரணமாகப் புதிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படவே, பாலங்களின் பொறியியல் (bridge engineering) இன்றியமையாத ஒரு புதிய துறையாக உருவெடுத்தது. பல்வேறு நாடுகளில்

பாலங்களின் வடிவமைப்புகளுக்கான செந்தர நெறிகள் வகுக்கப்பட்டுப் பாலப் பொறியாளர்க் கழகங்களும் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இந்தியச் சாலைப் பேரவை (Indian Roads Congress) வகுத்துள்ள செந்தரம், சாலைப் பாலங்களின் மீது செயல்படும் சுமை, வடிவமைப்பு, கட்டுமான முறைகளுக்கான செந்தர நெறிகளைத் தொகுத்தளிக்கிறது. இவ்வாறே இருப்புப்பாதைப் பாலங்களுக்கான செந்தரங்களும் வகுக்கப்பட்டுள்ளன.

பாலத்தின் உறுப்புகள். பாலம் மூன்று பெரிய உறுப்புகளைக் கொண்டது. அவை சாலைத்தளம் (deck), மேற்கட்டம் (super structure), அடிமானம் (sub structure) என்பனவாகும். பாலத்தைக் கடக்கும் வண்டிகளை நேரடியாகத் தாங்கும் பலகம் போன்ற அமைப்பு, தளம் எனப்படும். தளத்தைத் தாங்கும், உத்தரங்கள், கமான்கள், சட்டகங்கள் போன்றவை மேற்கட்டமாகும். மேற்கட்டத்தைத் தாங்கும் சுவர்த்தூண் (pier) அணைவுச்சுவர் (abutment) கடைக்கால் (foundation) ஆகியவை அடிமான உறுப்புகளாகும்.

பால வகை. கட்டுமானப் பொருளையொட்டிக் கற்பாலம், எஃகுப் பாலம், மரப்பாலம், அலுமினியப் பாலம், கற்காரைப்பாலம் முதலிய வகைகள் உள்ளன. கட்டுமான முறையையொட்டிப் பலகப்பாலம், பலக உத்தரப்பாலம், கமான பாலம், சட்டகப் பாலம், தொங்கு பாலம், தொடர்பாலம், பிறைச் சட்டகப் பாலம் எனப் பகுக்கப்படும். தள அமைப்பையொட்டிய வகைப்பாட்டில், கீழ்த்தளப்பாலம் என்பது சாலைத்தளம் மேற்கட்டத்தின் அடிப்பகுதியோடு பொருந்தும் வகை எனவும், இடைத்தளப்பாலம் என்பது சாலைத்தளம் மேற்கட்டத்தின் இடைப்பகுதியோடு பொருந்தும் வகை எனவும், மேல் தளப்பாலம் என்பது சாலைத்தளம் மேற்கட்டத்திற்கு மேலே பொருந்தும் வகை எனவும் வகுக்கப்படும்.

பயன்பாடு பற்றிய வகைப்பாட்டில் நெடுஞ்சாலைப் பாலம், இருப்புப் பாதைப் பாலம், கால்வாய்ப் பாலம், சாலை மேம்பாலம் முதலியன அடங்கும்.

வடிவியல் வகைப்பாடு. பெரும்பாலான பாலங்கள், கடக்கும் நீரோடை அல்லது சாலை போன்ற தடைகளின் திசைக்குச் செங்குத்தான திசையில் வண்டியோட்டம் அமையுமாறு கட்டப்படுகின்றன. இவை சதுரப்பாலங்கள் (square bridges) எனப்படும். தவிர்க்கவியலா இடங்களில் செங்குத்துத் திசையிலிருந்து விலகி அதனால் நேர்கோட்டுத் தளத்துடன் அமைக்கப்படுவன மாறுகோணப் பாலங்கள் (skew bridges) ஆகும். வண்டிகளின் பாதை வளைகோட்டில் அமையும் வகையின வளை பாலங்கள் (curved bridges)



நியூ ஆர்சியன்சில் மிசிசிபி நதிக்குக் குறுக்கே அமைந்துள்ள கொடுங்கைப் பாலம்



மெக்கன்சி பாலம்



நியூயார்க்கில் வெரசோனா குடாவின் மேல் காணப்படும் தொங்கு பாலம்



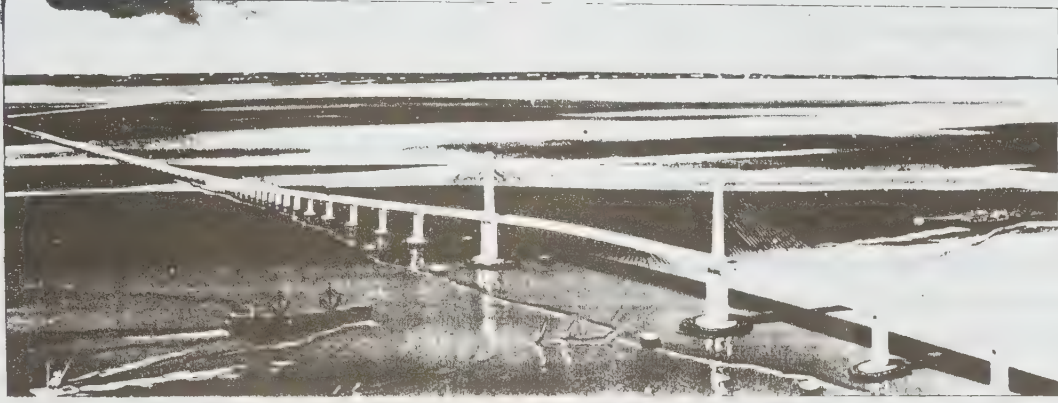
நியூயார்க்குக்கும் ஸ்டேட்டன் தீவுக்கும் இடையே கட்டப்பட்டுள்ள தூக்கன் பாலம்

அமெரிக்காவின் முதன்மைப் பாலங்கள்

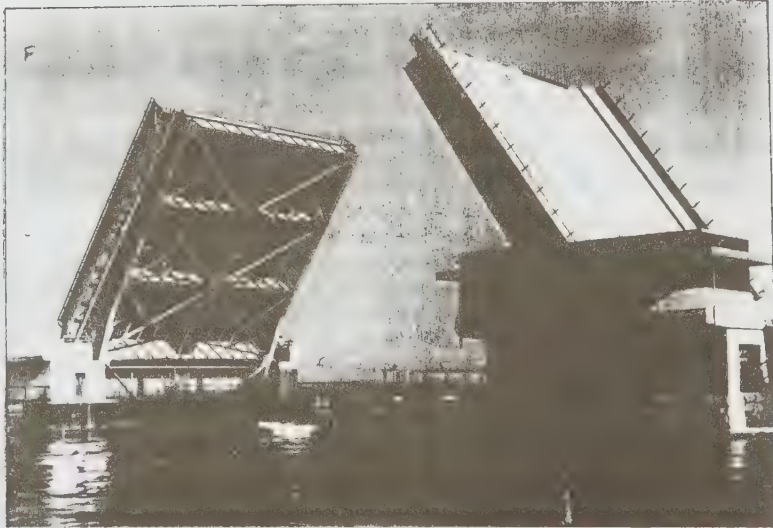




நயாகரா ஆற்றின் மேலுள்ள லூயிஸ்டன் குவின்ஸ்டோன் பாலம்



ஷன்சைன் ஸ்கைவே பாலம்



ஸ்டான்லி ஸ்ட்ரோப் போலினோ பாலம்

ஆகும். கட்டப்படும் நிலையிலேயே அமைவு பெறும் பாலங்கள் நிலைப் பாலங்கள் (fixed bridges) எனவும், படகு, கப்பல் ஆகியவற்றின் இயக்கத்திற்கு வழிவிடும் வண்ணம் உயரத்திசையிலோ, கிடைத்திசையிலோ நகரக்கூடிய தளமும் மேற்கட்டடமும் கொண்ட பாலங்கள் நகர் பாலங்கள் (movable bridges) எனவும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

அரிதாகவும் பெருமளவிலும் நீரோட்டம் இருக்கக்கூடிய காட்டாறு, ஓடை போன்றவற்றைக் கடக்கச் சாலைகளின் தளப்பகுதி ஆற்றுப்படுகையின் மட்டத்திலேயே அமைக்கப்படும் வகை, படுகைப் பாலம் (causeway) எனப்படும். வெள்ளப் பெருக்கக் காலங்களில் இச்சாலைகளைப் பயன்படுத்தவியலாது. சிலபோது பெருவெள்ளப் பெருக்கு அல்லது வறிய நீரோட்டம் கொண்ட ஆறுகளின் படுகையில் குழாய், அல்லது சதுரக் கண்ணறைகள் கட்டி அவற்றின் மேல் சாலைத்தளம் அமையுமாறு கட்டப்படும் பாலங்கள் கண்ணறைப் படுகைப் பாலங்கள் (vented causeways) எனப்படும். இவ்வகைப் பாலங்கள் வெள்ளப் பெருக்கின்போது நீரில் மூழ்கியிருக்கும். எனவே அச்சமயங்களில் மட்டும் போக்குவரத்துக்கு மாற்றுச் சாலைகள் பயன்படுத்தப்படும். கண்ணறைகள் இயல்புக்கால நீரோட்டத்திற்குப் போதிய அளவில் மட்டுமே அமைக்கப்படும். நகரக்கூடிய, நீர்ப்பரப்பின் மீது மிதக்கும் தள அமைப்பைக் கொண்டன மிதவைப் பாலங்கள் (phantom bridges) எனப்படும்.

நிலைப்பாலம். பாலத்தின் மேற்கட்டடத்திற்கடியில் கொடுக்கப்படும் உயர இடைவெளி போதுமான அளவிற்குக் குறையாது இருப்பின் நிலைப்பாலத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதே சிறந்தது. பாலத்தின் நீளம் குறைவாக இருப்பின் பலகப்பாலம் (slab bridge) அல்லது விட்டப்பலகப் பாலம் (beam and slab bridge) தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. நீளம் மிகக் குறைவாகக் கொண்டது சிறுபாலம் (culvert) எனப்படும். நீளம் மிகுந்த பாலங்களுக்கு உத்தரங்கள், சட்டகங்கள், கமான்கள் போன்ற மேற்கட்டட வகைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. மிகு நீளம் கொண்ட பாலங்களாகத் தொங்குபாலம் (suspension bridge) தொகுவடப்பாலம் (cable stayed bridge) ஆகியன தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

பாலவகை மட்டுமன்றிப் பால அமைப்பும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில் பால அமைவிடத்தின் வடிவத் தன்மைகள் கருதப்பட வேண்டும். எவ்வகைப் பாலமாயினும் நீளம் (span) அதிகரிக்க, அதிகரிக்க ஓர் அலகு நீளத்திற்கான மேற்கட்டடச் செலவு மிகுதியாகும். எனவே, பாலத்தின் முழு

நீளத்தையும் ஒரே நீட்டமாக அமைக்காமல் பல சிறு நீட்டங்களாகப் பிரித்தால் மேற்கட்டடச் செலவு பெரிதும் குறையும். மாறாக நீட்டங்களின் எண்ணிக்கை கூடும்போது அதற்கேற்பச் சுவர்த்தூண்களின் எண்ணிக்கை கூடுவதால் அடிமானச் செலவும் கூடும். ஆற்றின் ஆழம் குறைவாக இருப்பின் அடிமானச் செலவு குறைவாகவே இருக்கும். ஆனால் ஆழம் மிகுந்த ஆறுகளின் குறுக்கே கட்டும் பாலங்களுக்கு மிக உயரமான சுவர்த்தூண்கள் தேவைப்படுமாகையால் அடிமானச் செலவு கணிசமாகக் கூடிவிடும். ஆகவே பால வகை, அமைப்பு இவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் போதிய பட்டறிவும் நுண் கணிப்பும் தேவைப்படும்.

சில சூழல்களில் மேற்கட்டடம், அடிமானம் இரண்டையும் ஓர் அமைப்பாகக் கொண்ட விறைச் சட்டகப் பால வகை (rigid frame bridge) ஏற்றதாகக் காணப்படும். ஆற்றின் ஆழம் மட்டுமன்றிப் படுகைக்கடியில் காணப்படும் மண்வகையைப் பொறுத்துக் கடைக்கால் செலவும் இருக்குமாதலின் அதனையும் கருத்தில் கொண்டு அடிமானச்செலவு மதிப்பிடப்படுகிறது. சுவர்த்தூண்களின் அகலம், எண்ணிக்கை இவற்றையொட்டி, ஆற்றின் இயல்பான நீரோட்டத்திற்கு ஏற்படும் தடையால் பாலத்திற்கு முந்தைய ஆற்றுப் பகுதியில் நீர்தேங்கி, நீர் மட்டம் உயரும். இதன் விளைவாகக் கரை அரிப்புகளால் பாதிப்பு ஏற்படாவண்ணம் கரைப் பாதுகாப்புக் கட்டுமானங்களுக்கு ஆகும் செலவு சிறு பகுதியெனினும் மதிப்பீட்டில் சேர்த்துக் கொள்ளப்படவேண்டும்.

பலகப்பாலம். 3.5 மீ. நீளமும், இரு தாங்கிகளுக்கிடையிலான தொலைவும் கொண்ட சாலைப் பாலங்களுக்குத் தளமாகவும் மேற்கட்டடமாகவும் பயன்படக் கூடிய கற்காரைப் பலகங்களால் பாலம் அமைக்கலாம். பாலத்தின் மொத்த நீளம் மிகுதியாகவும், ஆழம் குறைவாகவும் இருப்பின் 5 மீ. இடைவெளிகளில் சுவர்த்தூண்கள் கொண்ட பலகங்களைக் கொண்டே முழு நீளத்தையும் வடிவமைக்கலாம்.

விட்ட - பலகப் பாலம். 5 - 15 மீ. நீளத்திற்குப் பலகங்களைத் தளமாகவும் அவற்றைத் தாங்கும் விட்டங்களை மேற்கட்டடமாகவும் கொண்டு அமைக்கப்படும் விட்டப்பலகப் பாலங்கள் ஏற்றவை. கற்காரைப் பலகங்களோடு பிணைந்த கற்காரை T-வடிவ விட்டங்களாகவும் இவை அமைக்கப்படும். பாலத்தின் நிலைப்பேற்றை உறுதி செய்ய இடைத்திரையில் குறுக்கு விட்டங்களும் அமைக்கப்படலாம். குறுக்கு விட்டங்கள் பலகத்தின் தடிப்பை மேலும் குறைக்க உதவும். கற்காரைப்



பாலத்தோடு பிணைந்தவாறு எஃகு விட்டங்கள் அமைக்கப்படுதல் கூட்டுக் கட்டுமான (composite construction) வகைகளில் ஒன்றாகும். கற்காரைப் பாலகத்திற்கும் எஃகு விட்டத்திற்குமிடையே பிணைப்பைத் தர நறுக்கு இணைப்பு (shear connector) தேவைப்படும். கற்காரைத் துளங்களுடன் மேற்கட்டடமாக முன் தகைவக்கற்காரை விட்டங்களை அமைப்பதன் மூலம் மேலும் கூடுதலான ஒற்றை நீளத்துடன் பாலங்களை வடிவமைக்க முடியும். இருப்புப் பாதைகளுக்கு 15 மீ. நீளமும், சாலைகளுக்கு 30 மீ. நீளமும் கொண்ட விட்டப் பாலங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

**தகட்டு உத்தர பாலம் (plate girder bridge).** விட்டப் பாலங்களில் மிகுநீளம் கொண்டவையாக அமைக்கப் படுபவை தகட்டு உத்தர பாலங்களே. இவை எஃகு தகடுகளை 1 வடிவ வெட்டு முகம் கொண்ட உத்தரங்களாக இணைத்து உருவாக்கப்படுவன. இணைப்புகள் பற்று வைப்புகளாகவோ, தரையாணி (rivet) இணைப்புகளாகவோ இருக்கலாம். இருப்புப்பாதைப் பாலங்களில் ஒவ்வொரு தண்டவாளத்திற்கு அடியிலும் ஒரு தகட்டு உத்தரம் அமைவதால் தனியே தளம் தேவையில்லை. இரட்டை இருப்புப் பாதைகள் கட்டக் 4 தகட்டு உத்தரங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. பாலத்தினடியில் கூடுதல் இடைவெளி அமைக்கப்படலாம். அப்போது உத்தரத்தின் கீழ் விளிம்புத் தகடுகளின் மேல் தள விட்டங்களைப் பொருத்தி அதன் மீது தண்டவாளம் தாங்கப்படும். தகட்டு உத்தரங்கள் நெடுஞ்சாலைப் பாலங்களுக்கு அரிதே பயன்படுகின்றன. (காண்க: தகட்டு உத்தரம்).

**பெட்டி உத்தர பாலம் (box girder bridge).** எஃகுத் தகடுகளை உள்ளீடற்ற செவ்வகப் பெட்டி வடிவில் இணைத்து உருவாக்கப்படும் உத்தரங்கள், பெட்டி உத்தரங்கள் எனப்படும். இவ்வடிவில் உத்தரங்கள் கற்காரையிலும் வார்க்கப்படுகின்றன. 30 - 250 மீ. நீளம் கொண்ட பாலங்களுக்கு இவை ஏற்றவை. ஜெர்மனியின் கொலோன் நகரில், ரைன் ஆற்றின் குறுக்கே 259 மீ. நீளம் கொண்டும், கலிபோர்னியாவில் 229 மீ. நீளம் கொண்டும் கட்டப்பட்டுள்ள பாலங்கள் இவ்வகையில் குறிப்பிடத் தக்கவை. இம்முறையில் உத்தரங்கள் மீது தளம் அமைக்கப் படலாம். உத்தரத்தின் மேல் விளிம்புத் தகடுகளையே பெட்டிக்கு இருபுறமும் அகலப்படுத்துவதன் வாயிலாக, விளிம்புத்தகடுகளையே தளமாகப் பயன்படுத்திச் செலவைக் குறைக்கலாம். தகட்டு உத்தரங்களைப் போன்றே பெட்டி உத்தரங்களுக்கும் விறைப்பட்டி (stiffener)

பொருத்தப்படுதல் வேண்டும். சாலைப் பாலங்களில் உத்தரங்களின் மேல் விளிம்புகளின் மீது தார்த்தளம் அமைக்கலாம். குறுகிய சாலைப் பாலங்களுக்கு (அகலம் 5.5 மீ). ஒரு பெட்டி உத்தரமே போதுமானது. அகன்ற சாலைப் பாலங்களுக்கு இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட பெட்டி உத்தரங்கள் தேவைக்கேற்ப வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

**கீல் சட்டகப் பாலம் (truss bridge).** இழுவிசை அல்லது அழுத்த விசை போன்ற அச்ச விசைகள் மட்டுமே உறுப்புகளின் மீது தோற்றுவிக்கப்படும் வகையில் கீல் இணைப்புகளால் பூட்டப்பெறும் சட்டகங்கள், கீல் சட்டகங்களாகும். செயல்பாட்டில் உத்தரங்களை ஒத்துள்ள மையால் குறுக்குப் பிணை உத்தரம் (lattice girder) எனவும் குறிப்பிடுவர். தகட்டு உத்தரங்களால் சிக்கனமான பாலம் அமைக்கக்கூடிய நீட்ட வரம்பை விட மிகு நீளம் கொண்ட இருப்பு பாதைப் பாலங்கள் இரண்டு எஃகுக் கல் கட்டகங்களை மேற்கட்டகமாகக் கொண்டு அமைக்கப் படுகின்றன. பாலத்திற்கடியில் பெறப்படும் இடைவெளி போதிய அளவில் இருக்குமானால் இவ்வகைப் பாலங்களை மேல் தளப் பாலங்களாக அமைத்தல் சிக்கனமானது; மேலும் சுவர்த்தாண்களின் உயரத்தைக் குறைக்கவும் இது உதவும். கீல் தளப் பாலமாக அமைப்பின் இரு கீல் சட்டகங்களுக்கு இடையேயுள்ள கிடைத்தொலைவு கூடுதலாக இருக்க வேண்டுமானாகையால் செலவு கூடுதலாகும். சாலைப் பாலங்களுக்கு இவ்வகை அரிதே பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

**கீல் தளப்பாலம் (through bridge).** இவ்வகையில் சட்டகத்தின் உச்சிப்பகுதி, அடிப்பகுதியில் காணப்படும் சாலையின் திசைக்கு இணையான கிடை (horizontal) உறுப்புகள் முறையே மேல்நாண் (top chord), கீழ்நாண் (bottom chord) எனப்படும். இவை தகட்டு உத்தரத்தின் மேல், கீழ்விளிம்புத் தகடுகளின் செயல்பாட்டை ஒத்த பயனுடையவை. இவ்விரண்டையும் இணைக்கும் செங்குத்து மற்றும் மூலைவிட்ட உறுப்புகள் சட்டகத்தின் அகடமைப்பு (web system) எனப்படும். பல்வேறு உறுப்புகள் சந்திக்கும் இணைப்புகளில் இவை பிணைத்தகடு (gusset plate) கொண்டு இணைக்கப்படும்.

மேற்கட்டத்தின் விறைப்பு (rigidity), நிலைப்பேறு (stability) இரண்டையும் அதிகரிக்க இவ்விரண்டும் உச்சியில் குறுக்குச் சட்டகம் (lateral bracing) கொண்டு பிணைக்கப்படுகின்றன. அடிப்பகுதியில் இவை சாலைத் தளத்தாலேயே பிணைக்கப்படுகின்றன. மேல் தளப்பாலங்கள் மேற்கட்டத்தின் அடிப்பகுதியில் குறுக்குச்சட்டகம் கொண்டு

பிணைக்கப்படும். குறுக்குச் சட்டக உறுப்புகள் மேற்கட்டத்தின் அடுத்தடுத்த இணைப்புகளை மூலை விட்டங்களைப் போன்று குறுக்குத் திசையில் இணைக்கின்றன. இவை நான் உறுப்புகளின் தனி நீளத்தைக் குறைப்பதுடன் பாலத்திற்குச் செங்குத்தாக வீசும் காற்றுச் சுமையைப் பாலம் தாங்கவும் உதவுகின்றன. கீழ்ப்பகுதியில் சாலைத்தளமே இப்பயனைத் தரும் எனினும் சாலைத்தளம் அமையும் வரை காற்றுச் சுமையைத் தாங்கக் கீழ்ப்பகுதியிலும் குறுக்குச் சட்டகம் பொருத்த வேண்டும்.

இருப்புப் பாதையை நேரடியாகத் தாங்குவன ஊடு விட்டங்கள் (stringer beams) ஆகும். இவை சட்டக இணைப்புகளோடு பிணைக்கப்படும் தள விட்டங்களால் (flow beams) தாங்கப்படுகின்றன. ஊடு விட்டங்கள் சாலையோட்டத் திசையிலும் தள விட்டங்கள் சாலைக்குச் செங்குத்தான திசையிலும் அமையும். புகைவண்டி ஒட்டத்தின்போது தண்டவாளங்கள் மீது செலுத்தப்படும் கிடை விசைகளால் தண்டவாளங்களும் ஊடு விட்டங்களும் வளைந்து விடாதிருக்க ஊடு விட்டங்களும் குறுக்குச் சட்டகம் கொண்டு பிணைக்கப்படுகின்றன. சாலையின் திசைக்குச் செங்குத்துத் திசையில் கீல் சட்டகங்களைப் பிணைக்கும் சாய் சட்டகம் (sway bracing) மேல் தளப் பாலங்களில் மட்டும் அமைக்கப்படும். கீழ்த் தளப்பாலங்களில் சாலையை மறிக்குமாதலால் அவற்றை அமைக்க முடியாது. மேலும் கீல் சட்டகத்தையும் குறுக்குச் சட்டகத்தையும் நேர்குத்துத் தளத்தில் பிணைக்கும் வாயிற் சட்டகமும் (portal bracing) கிடைத்திசையில் கூடுதல் விறைப்பு, வலிமை, நிலைப்பேறு ஆகியவற்றை எய்த உதவுகிறது.

சட்டகத்தின் முனை இணைப்புகளோடு பிணையும் நேர்குத்து அல்லது குறுக்கு உறுப்புகள் முனைத்தூண் (end post) எனப்படும். ஏனைய குறுக்கு அல்லது நேர்குத்து உறுப்புகளை விட மிகப் பெரும் அளவில் இவ்வுறுப்புகள் அழுத்தவிசைக் குட்படுகின்றன. இரு கீல் சட்டகங்களின் முனைத் தூண்களும் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டு அணைப்புச் சுவர்கள் மீது பொருத்தப்படுகின்றன. இந்த இணைப்பின் மூலமே பாலச் சுமைகளின் பெரும் பகுதி அணைப்புச் சுவர் மீது செலுத்தப்படுகிறது.

குறுக்கு (மூலைவிட்ட) உறுப்புகளில் நீள் விசையும், நேர்குத்து உறுப்புகளில் அழுத்த விசையும் செலுத்தப்படுமாறு அமைவது பிராட் சட்டகம் எனவும், ஒன்று விட்டு ஒரு குறுக்கு உறுப்புகளில் அழுத்த விசையும், நீள் விசையும் செயல்படுமாறு அமைவது வாரன் சட்டகம் எனவும் குறிப்பிடப்படும். ஒவ்வொரு வகையிலும் கிளைப்பிரிவுகளும்

காணப்படுகின்றன. சட்டகத்தின் உயரம் கூடுதலாக்கப் பட்டால் நான் உறுப்புகளின் அகரவிசைகள் குறையும். நீளம் குறைவான பாலங்களில் சீரான உயரம் கொண்ட சட்டகங்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. நீளம் மிகும்போது முனைகளை விட மையப் பகுதியில் உயரம் மிகுந்த சட்டகங்கள் சிக்கனமானவை. பொதுவாக  $1/8$  முதல்  $1/5$  உயரம் கொண்ட சட்டகங்கள் சிக்கனமாக அமையும். குறுக்கு உறுப்புகளின் சாய்கோணம்  $45^\circ - 60^\circ$ க்குள் இருப்பது சிறந்தது.

தொடர் பாலம். சுவர்த்தூண் ஒவ்வொன்றும் இருவேறு மேற்சட்டகங்களின் முனைகளைத் தாங்குமாறு பாலத்தின் முழு நீளத்தையும் பல எளிய நீளங்களாகப் பிரித்து அமைக்க முடியும் எனினும் மிக நீண்ட பாலங்களுக்கு இவை ஏற்றவையல்ல. எனவே இச்சூழலில் பல்வேறு பகுதிகளில் தாங்கப்படும் தொடர்பாலம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. இது உத்தர பாலமாகவோ, சட்டகப்பாலமாகவோ அமையலாம். பொருட் சிக்கனமும், செலவுச் சிக்கனமும் கொண்டதுடன் இவ்வகைப் பாலம் உயரம் குறைவான மேற்கட்டம் பெறவும் உதவுகிறது. எளிய பாலத்திற்கும் தொடர் பாலத்திற்குமான செலவு வேறுபாடும் பாலத்தின் நீளம் அதிகரிப்பதற்கேற்ப அதிகரிக்கிறது. ஆனால் தொடர் பாலங்கள் அமைப்பதிலும் கட்டுவதிலும் சிறந்த கவனம் தேவை. கட்டுமானக் குறைபாடுகளால் இவற்றின் தகைவு கூடுதலாகும். மேலும் உறுதியான அடிமானம் இதில் அமையாவிடத்து, அடிமானப் புதைவுகள் காரணமாகத் தொடர்பாலம் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படும். வெப்பநிலை மாறுபாடுகளாலும் இது பாதிப்படைவதில்லை.

கொடுங்கைப் பாலம். ஒரு முனையில் உறுதித்தாங்கியும் மறுமுனையில் தாங்கியேதுமின்றியும் அமைக்கப்படும் உத்தரம் அல்லது விட்டம், கொடுங்கை எனப்படும். இரு கரைகளிலிருந்தும் உள்நோக்கிய இரண்டு கொடுங்கை உத்தரங்களின் உள் முனைகளை எளிய உத்தரத்தின் தாங்கிகளாகக் கொண்டு அமையும் பாலம், கொடுங்கைப் பாலம் (cantilever bridge) ஆகும். ஆனால் சற்று உட்புறமாக அமையும் சுவர்த்தூணிலிருந்து கரை வரை நீளம் கொடுங்கையுடன் அமைக்கப்படுவதே பொதுவான கட்டுமான முறையாகும். இவ்வாறு சுவர்த்தூணிலிருந்து கரை வரை நீளம் கொடுங்கைப் பகுதி, நங்கூர நீட்டம் (anchor span) எனப்படும். உத்தரங்கள் மட்டுமல்லாமல் கீழ்சட்டகங்களைக் கொண்டும் கொடுங்கைப் பாலம் அமைக்கப்படலாம். எளிய பாலங்களின் நன்மைகள் சிலவற்றுடன் தொடர் பாலங்களின் சிக்கனத்தையும்



இவ்வகைப் பாலத்தில் ஓரளவுக்கு எய்த முடிகிறது. பாலத்தின் நீளம் மிகுதியாக இருக்கும்போது கொடுங்கை நீட்டங்கள், எளிய நீட்டங்கள், முனைதொங்கு நீட்டங்களின் கூட்டாக அமைக்கப்படும். சமன்சீர் கொடுங்கைப் பாலங்கள் (balanced cantilever bridges) மிக நீண்ட பல நெடுஞ்சாலைப் பாலங்களாகக் கட்டப்பட்டுள்ளன.

கொடுங்கைப்பாலம் தற்காலத்தில் சில மாற்றங்களுடன் தொகுப்படப் பாலமாகக் கட்டப்படுகிறது. கொடுங்கையின் நீட்டம் மிகுதியாகும்போது உத்தரத்தில் வளை தகைவுகள் மிகுதியாகாமல் உத்தரத்தை மேல்நோக்கி இழுத்துப்பிடிக்கும் வடங்கள் உதவுவதால், நீளமான கொடுங்கைகளை அமைக்க முடிகிறது. இது தோற்றத்தில் ஓரளவு தொங்கு பாலம் போல் காட்சியளிக்கும்.

தொங்கு பாலம் (suspension bridge). இவ்வகைப் பாலத்தில் இரு கோபுரங்களிலிருந்து தொங்க விடப்படும் எஃகு வடங்கள் இரண்டு மேற்கட்டமாக விளங்குகின்றன. வடங்களுடன் சாலைத்தளத்தை இணைக்கும் தொங்கு தொங்கி (suspenders) வாயிலாக வடத்திற்குச் சுமை செலுத்தப்படுகிறது. கோபுரத்தின் மறுபுறத்தில் வடங்கள் தரைக்குள் புதைக்கப் பெற்று நங்கூரம் போல் செயல்படுகின்றன. வடங்கள் மீது சீரான சுமை செலுத்தப்படின வடம், பரவளைய (parabolic) வடிவில் இருக்கும். பாலத்தின் மீது செயல்படும் சுமைகளை வடத்திற்குச் சீராக செலுத்துவதை உறுதி செய்யச் சாலைத்தளம் விறைப்பூட்டு உத்தரம் (stiffening girder) கொண்டு வலிவூட்டப்படுகிறது. பெரும்பாலும் கீல் சட்டகங்களே விறைப்பூட்டு உத்தரங்களாகக் கட்டப்படுகின்றன.

உலகில் கட்டப்பட்டுள்ள மிக நீண்ட பாலங்கள் தொங்கு பாலங்களே. மிக நீண்ட பாலத்தின் அளவு 1560 மீட்டராகும். 910 மி.மீ. வரை விட்டம் கொண்ட எஃகு வடங்கள் இதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அமெரிக்கா, நியூயார்க், சான்பிரான்சிஸ்கோ, மெக்சிகோ முதலிய இடங்களில் மிக நீண்ட பாலங்கள் கட்டப்பட்டுள்ளன. இந்தியாவில் ரிஷிகேசத்தில் கங்கையின் குறுக்கே ஒரு தொங்குபாலம் சாலைப் போக்குவரத்துக்காகக் கட்டப்பட்டுள்ளது.

மிதவைப் பாலம். ஆற்று நீரின் ஆழம் மிகுதியானபோதும், உறுதியான அடிமானம் நிறுவதற்கேற்ற சிறந்த மண் அமைப்புபுகைக்கு அடியில் குறைவான ஆழத்தில் இராதபோதும் சுவர்த்தூண்கள் கட்டுவதற்கு மிகச் செலவாகும். இத்தகு சூழலில் மிதவைப் பாலம் சிறந்த மாற்றாக அமையலாம். அதாவது பாலத்தின் மேற்கட்டம் நீரின் மேலேயே மிதப்பதால்

சுமைகள் நீர் மீதே செலுத்தப்பட்டுவிடும். இவ்வகைப்பாலம் அமைத்திட ஆற்றின் நீர் மட்டத்தைச் சீராகக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். அதாவது ஆற்று நீரோட்ட அளவில் சிறு அளவுக்கு மேல் மாறுதலிருக்கக்கூடாது. சில சமயங்களில் ராணுவப் பயன்பாட்டிற்குத் தற்காலிகப் பாலம் தேவைப்படும்போது மிதவைப் பாலம் பயன்படுகிறது. அமெரிக்காவின் சியேட்டில் மாநிலத்தில் வாஷிங்டன் ஏரியின் குறுக்கே மூன்று மிதவைப் பாலங்கள் கட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் ஒரு நீண்ட பாலத்தின் நீளம் 110 மீ., அகலம் 61 மீ., உயரம் 4.4 மீ. ஆகும். மிதவைப் பாலங்கள் வலிவூட்டிய கற்காரை அல்லது முன் தகைவுக் கற்காரையால் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. தனித்தனி மிதவைகள் பல அமைக்கப்பட்டு ஒன்றோடொன்று மரையாணிகள் கொண்டு இணைக்கப்படுகின்றன.

கற்காரைப் பாலம் (concrete bridge). உத்தரப்பாலங்கள் யாவும் கற்காரையாலோ எஃகினாலோ கட்டப்படுபவை. பொதுவாக இருப்புப் பாதைப் பாலங்கள் எஃகாலும், நெடுஞ்சாலைப் பாலங்கள் கற்காரையாலும் கட்டப்படுகின்றன. கற்காரைப்பாலங்கள் பெரும்பாலும் மென் எஃகுக் கம்பிகள் கொண்டு வலிவூட்டப்பெறுகின்றன. முன் தகைவுக் கற்காரையின் கண்டுபிடிப்பிற்குப் பின் பல முன் தகைவுக் கற்காரைப் பாலங்கள் மிக நீளத்தில், குறைவான எடையுடன், சிக்கனமாகக் கட்டப்படுகின்றன. முன் தகைவுக் கற்காரையின் குறிப்பிடத்தக்க நன்மைகள் பாலத்தின் தன் எடையைக் கூடுதல் கற்காரையின்றியே சுமக்க வைக்க முடிவதும் அதன் விளைவாகப் பாலத்தில் பிளவு, விரிசல் இவை குறைந்துவிடுவதும் ஆகும். இதனால் எஃகுக் கம்பிகள் துருப்பிடிப்பதற்கான வாய்ப்பும் அருகிவிடுகிறது. ஆனால் முன் தகைவுக் கற்காரைக்கு மிகு வலிமையுள்ள கற்காரையும் (m45, m40 போன்றவை) மீவுயர் நீள் வலிமை (1000 mpa) கொண்ட எஃகுக் கம்பிகளும் தேவையில்லை. குறைந்த வலிமையுள்ள பொருள்களைக் கொண்டு முன்தகைவு செய்தல் இயலாது. முன் தகைவின் இழப்புகள் காரணமாக அதனால் விளையும் நன்மைகள் பெரும்பாலும் வீணாகிவிடும்.

முன்தகைவுக் கற்காரையில் பெட்டி உத்தரங்கள் அமைத்தல் மிக எளிதானது. இதில் பெட்டியின் சுவர்களை மெல்லியவையாக அமைக்க முடியும். ஹெர்மனியில் கோப்ளன்ஸ் நகரத்தருகே ரைன் நதியின் குறுக்கே 208 மீ. நீளம் கொண்ட பாலமே முன்தகைவு கற்காரைப் பாலங்களில் மிக நீளமானது. கற்காரை உத்தரங்கள் முதலில் வார்க்கப்பட்டு உயர்நீள் வலிமை கொண்ட எஃகு கம்பிகளின் மூலம் முன்தகை வூட்டப்படுகின்றன. இத்தகைவுகள், பாலத்தின் மீது பின்னர்

சுமைகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளுக்கு எதிரான தன்மையுடன் இருக்கும். இதனால் பாலத்தின் மீது சுமை ஏற்றப்படும்போது தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளின் ஒரு பகுதி இம்முன் தகைவுகளால் ஈடு செய்யப்படுவதால் சாதாரணக் கம்பி வலிவூட்டிய உத்தரங்களைவிட முன்தகைவு உத்தரத்தில் தகைவு, விலக்கம், விரிசல் ஆகியவை குறைவாகவே இருக்கும். பலகங்கள் வார்க்கப்படும் முன்னரே கம்பிகளில் முன்தகைவு ஊட்டப்பட்டுக் கற்காரை இறுகிய பிறகு இம்முன்தகைவு கம்பிகளைத் துண்டிப்பதன் மூலம் கற்காரைக்கு மாற்றப்படும்.

கற்காரைப் பாலங்களில் மற்றொரு முதன்மை வகை, கமான் பாலமாகும். கமான் பாலத்தைத் தொடர் பாலத்தைவிடக் கூடுதல் நீளத்திற்குச் சிக்கனமாக அமைக்க முடியும். ஆனால் மிக வலிமையான அணைப்புச் சுவர் கட்டுதற்கேற்ற உறுதியான பாறைகள் கிடைக்குமிடங்களில் மட்டுமே கமான் பாலத்தைச் சிக்கனமாக அமைக்க முடியும். உறுதியான அணைப்புச் சுவர் கட்ட இயலாதவிடத்து அணைப்புச் சுவர் மீது கிடை விசைகளைத் தவிர்க்கும் வகையில் அமைக்கப்படும் வில்-நாண் உத்தரப்பாலம் (bow-string girder bridge), கமான் பால வகைகளில் குறிப்பிடத்தக்கது.

வில்லின் நாண் போல் அமைந்துள்ள உத்தரப் பகுதியே கிடைவிசைகளை முழுமையாக ஏற்றுக் கொள்வதால் அணைப்புச் சுவர் மீது செங்குத்து விசைகள் மட்டுமே செலுத்தப்படுகின்றன. உத்தரங்களோடு ஒப்பிடக் கமான்களில் அழுத்தத் தகைவுகள் மட்டுமே கணிசமாக இருக்கும். வளை திருப்புமையும் நறுக்கு விசையும் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இதனால் கற்காரை போன்று நீள் வலிமையும் நறுக்கு வலிமையும் குறைவாகக் கொண்ட பொருளால் சிக்கனமாகப் பாலம் கட்ட முடிகிறது.

நகரும் பாலம். பாலங்களுக்கடியில் கப்பல் அல்லது படகுப் போக்குவரத்தை மேற்கொள்ளப் பொது இடைவெளி இராவிட்டால் நகரும் பாலம் (movable bridge) அமைக்கப்படும். இவற்றுள் ஓங்கு பாலம் (bascul bridge), தூக்கு பாலம் (vertical lift bridge), சுழல் பாலம் (swing bridge) என மூவகை உண்டு. பாலத்தின் மீது போக்குவரத்து நடைபெறப் பாலம் திறக்கப்படும்.

ஓங்கு பாலம், தூக்கு பாலம் ஆகியன பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. காட்சிக்கினியதாக இருப்பதால் ஓங்கு பாலமே பெரும்பாலும் தோந்தெடுக்கப்படுகிறது. ஓங்கு பால வகையில் கரையின் இருபுறத்திலிருந்தும் உள்நோக்கி நீண்டிருக்கும் கொடுங்கை அமைப்புகள் இரண்டும் பாலத்தின்

மையத்தில் இணைகின்றன. பாலத்தைத் திறக்க வேண்டுமெனில் இரு கொடுங்கைகளையும் மேல் நோக்கிச் சுழற்றுவதன் மூலம் கொடுங்கைகளின் மையமுனைகள் மேலே உயர்கின்றன. கொடுங்கைகள் தகட்டு உத்தரங்களாலோ கீல் சட்டகங்களாலோ உருவாக்கப்படலாம்.

ஓங்கு பாலம், சாலைப் போக்குவரத்துக்காக 50 மீ. வரை நீளம் கொண்டதாகக் கட்டப்பட்டுள்ளது. இப்பாலத்தில் விலக்கம் (deflection) கூடுதலாக இருக்கும். இருப்புப் பாதைகளுக்கு ஒற்றைக் கொடுங்கைப் பாலமே அமைக்கப்படுகிறது. இருப்புப் பாதை ஓங்கு பாலம் 75 மீ. நீளம் வரை கட்டப்பட்டுள்ளது. ஒற்றைக் கொடுங்கை ஓங்கு பாலத்தில் ஓங்கு முனை, பாலம் மூடப்படும்போது மறு கரையில் சாலையின் முனையோடு பொருந்தும். சில போது மேற்கட்டடம் முழுவதும் கிடைத் திசையில் கரைகளின் மீது நகர்ந்து கால்வாயில் வழிவிடும் வகையிலும் அமைக்கப் படுவதுண்டு. தூக்கு பாலத்தில் சாலைத்தளமும் மேற்கட்டடமும் சுழல்வதில்லை. மாறாகக் கிடை நிலையிலேயே கரைகளில் கட்டப்பட்டுள்ள உயர்ந்த கோபுரங்களிலிருந்து வடங்கள் கொண்டு மேலே தூக்கப்படுகின்றன. மீண்டும் பழைய நிலைக்குத் தாழ்த்தப்படுவதன் மூலம் பாலம் மூடப்படுகிறது. நியூயார்க் துறைமுகத்தில் கட்டப்பட்டுள்ள 180 மீ. நீளம் கொண்ட தூக்கு பாலமே இவ்வகையில் மிக நீளமானது.

சுழல் பாலத்தில் கொடுங்கைகள் (தகட்டு உத்தரம் அல்லது கீழ்ச் சட்டகம்) கிடைத்தளத்தில் சுழலும்படி அமைக்கப் படுகின்றன. இவ்வகைக் கொடுங்கையால் அணைப்புச் சுவர் மீது அதிக அளவிலான விசைகள் செலுத்தப்படுவதால் இவை தற்காலத்தில் மிக அருகிவிட்டன. மேலும் இவ்வகையில் தாங்கப்படா முனைகளின் இணைப்பும் மிகச் சிக்கலானது.

பாலப்பொறி. நகரும் பாலங்களின் நகர்வு, மின்னோடிப் பொறிகளைக் கொண்டு எய்தப்படுகிறது. உயர் வேகமும் குறைமறுக்கத் திருப்புமையும் கொண்ட மின்னோடி தரும் ஆற்றலைக் கொண்டு மிகக் குறைந்த வேகத்தில் மிக அதிக மறுக்கத் திருப்புமை (torque) தரும் இயக்கத்தைப் பெறப் பலபடிப் பற்சக்கர அமைப்பு பயன்படுகிறது. தொடக்க காலத்தில் நீராவிப் பொறி, அழுத்தக்காற்றுப் பொறி இவற்றுடன் நீரியல் பொறிகளும் பாலத்தின் நகர்வு இயக்கங்களைத் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. சிறு பாலங்களுக்குக் கை இயக்கப் பொறிகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இன்றும், பிற பொறிகளோடு ஆற்றல் தேவைப்படாத அவசரக்காலத் தேவைக்காகக் கை இயக்கக் கருவிகள் பொருத்தப்படுதலும்



உண்டு. ஆனால் கை இயக்கத்தைக் கொண்டு ஒரு முறை இயக்க 8 மணி நேரம் தேவைப்படுவதால் இயல்பான போக்குவரத்து தடைப்படும். தொடக்க காலத்தில் பொதுப் பயன்பாட்டிற்கான பற்சக்கர உறுப்புகளைக் கொண்டே பால இயக்கு பொறிகள் அமைக்கப்பட்டு வந்தன. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் பால இயக்குபொறிகளுக்கென்றே தனியாக வடிவமைக்கப்படும் பற்சக்கர அமைப்புகளைக் கொண்டு திறம்பட இயங்கும் பாலப் பொறிகள் அமைக்கப்படலாயின. பால இயக்கு பொறிகளைவிடப் பாலத்தைப் பூட்டவும் பொருத்தவும் உதவும் துணைக்கருவிகளில் பெருமாற்றங்கள் பல விளைந்துள்ளன.

பாலத்தை இயக்கும் பொறிகளுடன் இணைக்கப்படும் மின்கருவிகள் மிக நுட்பமான திறன் கொண்டுள்ளன. பாலப் பொறியின் இயக்கமும் பாலத்தின் மீது ஊர்திகளின் போக்குவரத்துக்கான குறியீட்டு (signal) அமைப்புகளும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டு அமைக்கப்படுகின்றன. பாலத்தின் மொத்த நகர்வுக்கு இரண்டொரு மணித்துளிகளே ஆகுமெனினும், பாலத்தின் போக்குவரத்தை ஒழுங்குபடுத்திப் பாலத்தின் மீது ஊர்திகளை அனுமதிக்கக் கால் மணி நேரமேயாகும். அவ்வாறே பாலம் மூடப்பட்ட பின்னரும் பாலத்தின் மீது ஊர்திகளை அனுமதிக்கக் கால இடைவெளி தேவைப்படும். இக்கட்டுப்பாடுகளுக்கான மின் கருவிகளின் அமைப்பில் கடந்த 50 ஆண்டுகளாகத் தொடர்ந்து பல முன்னேற்றங்கள் காணப்பட்டுள்ளன. துல்லியமான கட்டுப்பாடுகளின் மூலம் தேவையற்ற அதிர்வுகள் தவிர்க்கப்பட்டு ஊர்திகளின் ஒழுங்கான ஓட்டத்திற்கு வழி கிடைத்துள்ளது. இன்றைய மின்கருவி அமைப்புகளின் பெரு வளர்ச்சியின் காரணமாகச் சிக்கலான இயக்கங்களைச் சில பித்தான் இணைப்பிகளின் துணை கொண்டு எளிதில் எய்த முடிகிறது. இவ்வியக்கங்களுக்குத் தானியங்கிப் பொறிகளும் வடிவமைக்கப்பட்டு வருகின்றன.

**பால வடிவமைப்பு.** பாலத்தின் வடிவமைப்பில் பால அமைவிடத்தின் வடிவக் கூறுகளையொட்டிப் பால வகையையும், நீளம், சாலை அகலம் முதலிய பொதுவான கூறுகளை வரையறுத்தல், பாலத்தின் மீது செயல்படக்கூடிய பல் வேறு புறவிசைகளை மதிப்பிடல், விசையியல் மற்றும் கட்டக ஆய்வியல் கோட்பாடுகளைக் கொண்டு பால உறுப்புகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் அகவிசைகளையும் தகைவுகளையும் கணக்கிடல், அகவிசைகளுக்கேற்ப உறுப்புகளின் வடிவை உறுதிசெய்தல் முதலியன அடங்கும்.

பாலப் பகுதிகளில் முதலில் வடிவமைக்கப்படுவது சாலைத் தளமாகும். புறவிசைகளோடு தளத்தின் எடையையும் அ.க.15-15

தாங்குமாறு மேற்கட்டடமும், மேற்கட்டடத்தையும் அதன் மீது செயல்படும் விசைகளையும் தாங்குமாறு அடிமானமும் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். ஒவ்வொரு பகுதியின் வடிவமைப்பிலும் மேற்காணும் படிக்கப் பின்பற்றப்பட வேண்டும்.

பால அமைவிடத்தின் வடிவக்கூறுகளில் ஆற்றின் அகலம், குறுக்குவெட்டமைப்பு, நீரோட்ட அளவு, மாறுபாடு, படுகையின் தன்மை, படுகைக்கடியில் மண்ணின் தன்மை, கரையமைப்பு முதலியன அடங்கும். ஆற்றின் அகலம் குறைவாகவும், பாறை போன்ற உறுதியான கரை கொண்டும் காணப்படும் பகுதியைப் பாலத்தின் அமைவிடமாகத் தேர்ந்தெடுத்தல் நலம். பால வகையைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது ஆறு, பாலம் ஆகியவற்றின் போக்குவரத்துப் பயன்பாடு கருத்தில் கொள்ளப்படும்.

பாலத்தின் மீது செயல்படும் சுமைகளை மதிப்பிடல் சிக்கலானதும் மிக முதன்மை வாய்ந்ததுமாகும். பாலத்தின் மீது செயல்படும் விசைகளில் குறிப்பிடத்தக்கது, பயன்சுமை (live load) ஆகும். இது பாலத்தின் மீது செல்லும் ஊர்தியின் சுமையைக் குறிக்கும். பாலத்தின் மீது செல்லக்கூடிய ஊர்திச் சுமைகளை ஒவ்வொரு நாட்டிலும் பாலத்தின் இன்றியமையாமை, பயன்பாடு இவற்றையொட்டி, அதன் மீது செயல்படும் பயன்விசைகளை வரையறுக்கும் செந்தர நெறிகள் வகுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்திய நாட்டில் IRC:6-1966 வகுத்துள்ள செந்தரங்களின் படி பயன் சுமைகள் வகை A, வகை AA, வகை B என்பன வகுக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றுள் வகை AA இரண்டு பிரிவுகளைக் கொண்டது.

தாக்கு விசை என்பது ஊர்திகள் வேகமாக இயங்குவதால் செலுத்தப்படும் சுமையைக் குறிப்பிடும். இக்கூடுதல் சுமையின் அளவு பாலப் பொருளின் வகையையும், பயன்சுமையின் வகையையும் ஒட்டியது. பயன் சுமையின் ஒரு பின்னமாக இருக்கும் இதன் அளவைக் கணக்கிடுவதற்கான வாய்ப்பாடுகளும் வரைபடங்களும் செந்தர நூல்களில் தரப்படுகின்றன. இச்சுமை ஒரு தோராய மதிப்பீடாகவே அமையும். இயக்கவியல் ஆய்வு செய்ய இயலாவிடத்து அதன் விளைவுகளை அவற்றுக்கு ஈடான நிலையியல் சுமைகளாக மதிப்பிட்டுப் பாலத்தை ஆயலாம்.

காற்று விசை (wind load) என்பது பாலக் கட்டடத்தின் மீது காற்று வேகமாக வீசுவதால் செலுத்தப்படும் சுமையாகும். காற்றின் வேகத்திற்கேற்பக் காற்றழுத்தத்தைக் கணக்கிடப் பாலத்தின் உயரத்தையொட்டிப் பட்டியல்கள் தரப்பட்டுள்ளன. காற்றின் உச்ச வேகம் பாலத்தின் அமைவிடத்தை ஒட்டி

பாலப்பகுதி திடமான பொருளாக இருப்பதால் வெவ்வேறு காற்றழுத்த மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கடற்கரை யோரப் பகுதிகளில் மிகுதியாகவும், உள்நாட்டுப் பகுதியில் குறைவாகவும் காற்றழுத்தம் காணப்படும். காற்றின் திசை பாலத்தின் அச்சக்குச் செங்குத்தாக இருப்பின் பாதிப்பு கூடுதலாக இருக்கும்.

இழுவை விசை (tractive force) என்பது புகைவண்டிப் பொறி பெட்டிகளை இழுப்பதால் பாதையின் திசையில் பாலத்தின் மீது செலுத்தப்படும் விசையாகும். இது வண்டியின் வேகத்தைப் பொறுத்து வரையறுக்கப்படுகிறது. அவ்வாறே தடைபட்டு விசை என்பது வண்டியின் மீது மறிதடை (break) செலுத்தும்போது பாலத்தின் மீது செயல்படும் விசையைக் குறிக்கிறது.

அணைப்புச் சுவர், சுவர்த் தூண் ஆகியவற்றின் மீதுநீரின் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க சுமையாகும். மேலும் அணைப்புச் சுவர் மீது மண் அழுத்தமும் செயல்படும். நிலநடுக்கம் தோன்றக்கூடிய பகுதிகளில் பாலத்தின் அமைவிடம் இருக்குமாயின் நிலநடுக்கச் சுமையையும் மதிப்பிட்டு விசையாய்வில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வளைவான பாலங்களில் ஊர்திகள் செல்லும்போது தோற்றுவிக்கப்படும் மைய விலக்கு விசையும் (centrifugal force) பாலத்தின் மீது செயல்படும் விசைகளில் சேர்க்கப்படும்.

வெப்ப நிலை மாறுபாடுகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் சுமைகள் வெப்பச் சுமைகள் (thermal loadings) எனப்படுகின்றன. இச்சுமைகளின் அளவு மட்டுமேயன்றி அவை பாலத்தின் எவ்வெப்பப் பகுதிகளில் செயல்படுகின்றன என்பதையும் மதிப்பிடுதல் வேண்டும். இவ்வகை விசைகளோடு பாலப் பொருள்களின் எடையும் (dead weight) சேர்க்கப்படும். பால உறுப்புகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் அகவிசையைக் கணக்கிடல் சிக்கல் நிறைந்தது. பாலத்தின் மீது செயல்படும் புற விசைகளைப் பாலத்தின் மேற்கட்ட உறுப்புகளுக்குத் தளம் எவ்வாறு கடத்துகின்றது என்பதைப் பற்றி வெவ்வேறான சுமைப் பகிர்வு கோட்பாடுகள் (load distribution theories) நிலவுகின்றன. பலகங்களின் சுமைப் பகிர்வைப் பிகாடு முறை அல்லது வெஸ்டர்காடு முறைகொண்டு கணக்கிடலாம். தளச் சுமைகளை உத்தரங்கள் எவ்வாறு பகிர்ந்து கொள்கின்றன என்பதை அறுதியிடக் கூர்பான் கோட்பாடு, ஹென்றி - ஜெகர் கோட்பாடு, மோரிஸ்லிட்டில் கோட்பாடு, குயான் மாசனெட் கோட்பாடு போன்றவை

பயனாகும். இக்கோட்பாடுகள் பாலத்தின் மீது செயல்படும் மொத்தப் பயன் சுமையில் ஒவ்வொரு உத்தரமும் பெறக்கூடிய உச்சச் சுமையின் மதிப்பைப் பெற உதவுகின்றன. இச்சுமை பாலத்தின் நீளவாட்டில் செலுத்தப்படும் இடத்தைப் பொறுத்தே உத்தரத்தின் அகவிசைகள் கணக்கிடப்படும். பாலத்தின் மீது சுமை நகரும்போது வெவ்வேறு வெட்டு முகங்களில் அல்லது உறுப்புகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் உச்ச அகவிசையின் அளவு மாறுபடும்.

தோந்தெடுக்கப்பட்ட வெட்டுமுகங்கள் அல்லது உறுப்புகளின் உச்ச அகவிசையின் அளவைக் கணக்கிட விளைவுக் கோட்டு (influence line) முறை பயன்படுத்தப் படுகிறது. விளைவுக் கோடுகளின் வரைவு, அவற்றைப் பயன்படுத்தி உறுப்புகளில் உச்ச அகவிசை காணும் முறை ஆகியன கட்டக ஆய்வு (structural analysis) நூல்களில் விரிவாக விளக்கப்படுகின்றன. இவ்விரிவான கணக்கீடுகள் கணிப்பொறிகளின் துணை கொண்டு எளிமையாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

உறுப்புகளின் அகவிசைகளைக் கணக்கிட்ட பின்னர் உறுப்புகளின் வடிவமைப்பே இறுதியான கட்டமாகும். உறுப்புகளின் குறுக்குவெட்டு வடிவம், அளவீடு முதலியவற்றை முடிவு செய்வதின் அடிப்படை, உறுப்புகளின் எப்பகுதியிலும் அனுமதிக்கப்பட்ட எல்லைக்கு மேல் தகைவுகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டு விடக்கூடாது என்பதே. இக்குறிக்கோளை எய்தத் தேவையற்ற பொருள் அழிவையும் பிணைப்பையும் தவிர்த்துச் சிக்கனமான, பாதுகாப்புக் கொண்ட வடிவங்களை வரையறுத்தல் ஆழ்ந்த பட்டறிவும் பயிற்சியும் தேர்ச்சியும் கொண்ட பொறியாளர்களுக்கே இயல்வதாகும்.

நிலயியல் சார் கட்டமைப்புகளில் சில நன்மைகள் உண்டெனினும், நீண்ட பெரிய பாலங்களுக்கு மிகைத் தடைக் கட்டமைப்புகளே சிக்கனமானவையாகவும், அழகிய தோற்றம் தருபவையாகவும் அமைகின்றன. மேலும் நிலயியல் சார் கட்டமைப்புகளில் ஓர் உறுப்பு அல்லது ஒரு வெட்டுமுகத்தின் முறிவு, முழுக் கட்டமைப்பின் வீழ்ச்சியில் முடிவடையும். ஆனால் மிகைத்தடை அமைப்புகளில் ஓரிரு உறுப்புகள் முறியவோ, உடையவோ செய்தாலும் கட்டடம் உடனே வீழ்ச்சியடைவதில்லை. பிற உறுப்புகள் கூடுதல் சுமையேற்றம் பெற்றுக் கட்டுமானத்தைத் தாங்கிக் கொள்வதுடன், அடிப்படைப் பகுதிகளில் மதிப்பீட்டைவிட உயர் விலக்கங் களைத் தோற்றுவித்துப் பாலத்தை நிர்வகிப்போருக்கு எச்சரிக்கை அளிக்கின்றன. எனவே பெரிய நீண்ட வடிவமைப்புகளில் மிகைத்தடைக் கட்டுமானங்களே



தோற்றத்தெடுக்கப்படுகின்றன. சிலபோது, கீல் சட்டகம் போன்ற கட்டுமானங்கள் எளிய அமைப்புகளாக வடிவமைக்கப்பட்டுக் கூடுதலான குறுக்கு விட்ட உறுப்புகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் மிகைத்தடை அமைப்புகளாகக் கட்டப்படுகின்றன. இவை வடிவமைப்பைச் சிக்கலற்றதாகக்கினாலும், செலவீடு மிகுந்தவை யாதலால், கணிப்பு வசதிகள் எளிமையாகியுள்ள இன்றைய கட்டத்தில் இத்தகு முறைகள் மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை.

**அதிர்வுகள்.** பால அதிர்வுகள் (vibrations) வண்டிகளின் இயக்கத்தால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. சாலைப் பாலங்களில் இவ்வதிர்வுகள் குறைவாகவே இருக்குமாதலால் அவற்றுக்கு ஈடான நிலையில் தாக்கு சுமையைக் (impact load) கூட்டிக் கொண்டு வடிவமைத்தாலே போதும். இருப்புப் பாதைப் பாலங்களில் இவ்வதிர்வுகள் மிகுதியாக இருக்கும். இதற்காகவே பெரும்பாலான இருப்புப் பாதைப் பாலங்கள் எஃகால் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. மேலும் பாலத்தின் இயற்கை அதிர்வெண் (natural frequency), வண்டியோட்ட விசைகளின் அதிர்வெண்ணினும் கணிசமாக மாறுபட்டிருக்குமாறு பால வடிவமைப்பு செய்தல் அதிர்வுகளின் விளைவுகளை மிகவும் குறைக்கும்.

காற்றோட்டங்களின் வேக, திசைமாறுபாடுகளாலும் அவற்றால் தோற்றுவிக்கப்படும் முறுக்க அதிர்வுகளாலும் (torsional vibrations) பாலத் தகைவுகளும், விலக்கங்களும் அதிகரிக்கின்றன. காற்று விசை தோற்றுவிக்கும் அதிர்வுகளின் பாதிப்பு பால வகையை ஒட்டியதே. தொங்கு பாலம் போன்ற விறைப்புக் (stiffness) குறைவான பாலங்களையே இவை பெரிதும் பாதிக்குமெனினும், ஏனைய பாலங்களிலும் இவ்விளைவுகளை மதிப்பிட்டுப் பாலத்தின் பாதுகாப்பை உறுதி செய்தல் வேண்டும். நில நடுக்கங்களால் தோற்று விக்கப்படும் அதிர்வுகளையும் அவற்றின் விளைவுகளையும் பாலத்தின் அமைவிடத்திற்குத் தக்கவாறு மதிப்பிட்டு அதற்கேற்ப வடிவமைப்பை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

அடிமானம், மேற்கட்டடம் இரண்டையும் தாங்கும் அணைப்புச் சுவர், சுவர்த்தூண், இவை யாவற்றையும் தாங்கும் கடைக்கால் ஆகியன அடிமானப் பகுதிகள், கடைக்கால், முனையில் பாறை மீது செலுத்தும் தாங்கு நிலத்தூண்களாகவோ சுமைகளை உராய்வு மூலம் மண்ணில் செலுத்துகிற உராய்வு நிலத் தூண்களாகவோ வடிவமைக்கப்படலாம். பெரும்பாலான நிலத்தூண்கள் இருவகையாகவும் சுமைகளை நிலத்துள் செலுத்துபவையே. மரம், எஃகு, முன்தகைவுக் கற்காரை ஆகியவற்றாலும் நிலத்தூண்கள் அமைக்கப்படலாம். நிலத்தூண்கள் நீண்ட, குறுகிய வெட்டுமுகம்

கொண்டுள்ளமையால் இவற்றின் வலிமை ஆய்வுடன், நிலைப்பேறு (stability) ஆய்வும் இன்றியமையாதது.

**சுவர்த்தூண்.** பாலத்தின் மேற்கட்டச் சுமைகளைத் தாங்கி அவற்றைக் கடைக்கால் மீது செலுத்துபவை சுவர்த்தூணும் (pier) அணைப்புச் சுவருமாகும். கரையை ஒட்டி அமைக்கப்படும் சுவர்களின் ஒரு பக்கம் நீருடன் ஒட்டியும் மறுபக்கம் கரையுடன் மண்ணோடு ஒட்டியும் அமைக்கப்படும். இது அணைப்புச் சுவர் (abutments) எனப்படும். இரு பக்கமும் நீரோடு ஒட்டிய இடைநிலைத் தாங்கு சுவர்கள் யாவும், செங்குத்தான பக்கங்கள் கொண்ட செவ்வக வெட்டுமுகத்துடன் நீரோட்டப் போக்கை எளிதாக்கும் வகையில் முக்கோண அல்லது வளைந்த முனைகளைக் கொண்டு அமைக்கப்படும்.

சுவர்த்தூண் நீரிலோ, வெற்று இடைவெளியிலோ, நீரோட்டத்தால் மண் அரிப்பு மூலம் பாதிக்கப்படுதலைத் தவிர்க்க ஆற்றுப்படுகை கல்தளமாக அமைக்கப்படும். சுவர்த்தூண், போதிய வலிமையோடு, மிகுதியாகப் புதையுறா வண்ணம் தக்க கடைக்கால் கொண்டு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். பெரும்பாலான சுவர்த்தூண்கள் செதுக்கிய கருங்கற் கட்டடங்களாகக் கட்டப்படுகின்றன. இவை கற்காரையாலும் உள்ளீடற்ற வலிவூட்டிய கற்காரையாலும் கட்டப்படலாம். மாறாகச் சாலையின் இரண்டு அகலமான ஓரங்களிலும் வலிவூட்டிய கற்காரைத் தூண்கள் அமைக்கப்படலாம். சாலை மேம்பாலங்களில் இம்முறை பெரும்பாலும் கடைப்பிடிக்கப் படுகிறது. சுவர்த்தூண், அழகாகவும் வலிமையாகவும் அமைதல் வேண்டும்.

**அணைப்புச் சுவர்.** அணைப்புச் சுவர், சுவர்த்தூணைவிடக் கூடுதலான விசைகளுக்குட்படுகிறது. எனவே இதற்கு உயர் வலிமையும் நிலைப்பேறும் தேவை. இது சரிவக வெட்டு முகத்துடன், நீரோடு சேரும் பக்கம் செங்குத்தாகவும் கரையோடு சேரும் பக்கம் சரிவாகவும் அமைக்கப்படும்.

கரையோடு சேரும் பக்கத்திலிருந்து செலுத்தப்படும் மண்ணழுத்தம் நீரழுத்தத்திற்கு எதிரான உறுதிச் சமனிலையைத் தருகிறது. ஆனால் ஆற்றில் நீர்ற்றபோது இது உறுதிச் சமநிலையைப் பாதிக்கா வண்ணம் அணைப்புச் சுவரை வடிவமைக்க வேண்டும். இதற்கு கரைப்பக்கச் சரிவு ஒரு வகையில் உதவுகிறது. கரையோர மண் கெட்டியாக இராவிடில் அதை அகழ்ந்தெடுத்துவிட்டு அவ்வகழ்வைப் பாறை நொறுக்கு கொண்டு கெட்டியாக நிரப்புவதன் மூலமாக அணைப்புச் சுவரின் நிலைப்பேறு

அதிகரிக்கப்படுகிறது. சுவர்த்தூண் போலவே இதுவும் பெரும்பாலும் செதுக்கிய கருங்கற் கட்டடமாகவே கட்டப்படுகிறது. அரிதாகக் கற்காரையாலும் கட்டப்படலாம். அணைப்புச் சுவரில் தொடங்கிப் பாலத்தின் இருபக்கத்திலும் சிறிது தொலைவிற்குக் கரைகளில் கல் பதிக்கப்படும். பாலம் குறுக்கிடுவதால் நீரோட்டக் கரைகளில் குறுக்குப் பரப்பு குறைந்து பாலத்திற்கு அருகில் நீரின் வேகம் அதிகரிப்பதால் கரைமண் அரிக்கப் படாமலிருக்க இது இன்றியமையாதது. கமான் பாலங்களில் மிகப் பெரிய அளவில் இறுக்க விசை (thrust) செலுத்தப்படும். இதைத் தாங்குவதற்கென்று மிகு வலிவோடு வடிவமைக்கப்படும் அணைப்புச் சுவர், ஏந்து சுவர் (skew back) எனப்படுகிறது. ஏந்துசுவரின் தனித்தன்மை, அதற்கான கடைக்காலும் கமானின் சரிவுக்கேற்றவாறு சரிவாகவே அமைக்கப்படுவதாகும்.

கேசான் அடித்தளம். சுவர்த்தூணின் கடைக் கால்களுக்கான அகழ்வுகளால் மண் சரிவு ஏற்படும் இடங்களில் பெட்டி வடிவில் உள்ளீடற்ற செவ்வகக் கடைக் கால்கள் கட்டப்படுகின்றன. கடைக்காலுக்கான அகழ்வு கடைக்காலின் ஒரு பகுதி தரை மீது கட்டப்பட்ட பின் தொடங்குகிறது. பின்னர் வெற்று உள்ளீடற்ற பகுதிக்கு நேர்கீழே மண் அகழ்வு செய்யக் கட்டடம் கீழே இறங்குகிறது. பகுதிக் கட்டடத்தின் உச்சிப் பகுதி, படுகை மட்டத்தை அடையும்போது அகழ்வு நிறுத்தப்பட்டு மேலும் கட்டடம் உயர்த்தப்பட்டு அகழ்வு மூலம் கீழிறக்கப்படும் கடைக்கால், கிணற்றுக் கடைக்கால் (well foundation) எனப்படுகிறது. கிணற்றுக் கடைக்காலால் தேவையான முழுவலிமையும் எய்த முடியாதபோது முதலில் பெரிதும் உள்ளீடற்ற கிணற்றுக் கடைக்கால் இறக்கப்படுகிறது. தேவையான கடைக்காலுக்கு அகழும்போது மண் சரிவை இது தடுப்பதுடன் இறுதியாகக் கட்டப்படும் கடைக் காலுக்கு வலிமை கூட்டும் உறுப்பாகவும் செயல்படும். இது கேசான் அடித்தளம் (caisson foundation) எனப்படும். கிணற்று மேற்சுவர் திறந்தோ, மூடியோ இருக்குமாறு இருவகையான கேசான்கள் அமைக்கப் படுகின்றன. கேசான்களின் பொதுவான பயன், தாங்குதிறன் போதுமான அளவுக்குக் கொண்ட மண், ஆழத்திற்குச் சரியாமல் அகழ்வு செய்ய உதவுவதேயாகும். மூடிய கேசான்களில் அழுத்தமான காற்றுச் சூழலில் பணியாளர்கள் வேலை செய்வது தீமை தரும். ஆனால் கடலுக்கடியில் கடைக்கால் அமைக்கும் போது இது தவிர்க்க இயலாதது.

துணை அணை. ஆற்றில் மிகுந்த நீரோட்டம் இருக்கும் போது பாலங்கட்டும் பணிகள் நடைபெற முடியாது.

ஓரளவு நீரோட்டமிருக்கும் போது அந்நீரோட்டத்தை ஒரு குறுகிய வழியில் திருப்பி விட்டு ஒரு பகுதியில் பாலப்பணிகளை மேற்கொள்வதற்காகக் கட்டப்படுவது காப்பணை (coffer dam) எனப்படும். இவ்வணையின் வடிவமைப்பும் கட்டுமானமும் பிற அணைகளைப் போன்றனவே எனினும் இவ்வணை அளவில் சிறியது என்பதுடன் தற்காலிகமானது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது. வெள்ளக் காலங்களில் அணை மூழ்கினாலும் சிதைவடையாது. பாலம் கட்டும் பணி தொடரும்போது பாலம் கட்டுமிடத்தை தவிர்த்த ஆற்றின் பிற பகுதியொன்றின் நீரோட்டத்தைச் செலுத்தும் வகையில் மடை மாற்றும் வசதி வேண்டும். துணை அணை மீது நிலத்தடி நீரழுத்த விசைகள் மிகுதியாகத் தாக்குவதைக் குறைப்பதற்காக துணை அணைக்கு முந்தைய ஆற்றுப்படுகையில் கற்காரைத் தளம் அமைக்கப்படும். பாலம் கட்டி முடிந்த பின்னர் துணை அணை இடிக்கப்பட்டு விடும்.

அ. இளங்கோவன்  
என்.வி. அருணாசலம்

## பாலாடைக்கட்டி

பாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் மிகச் சிறந்த புரதம் நிறைந்த உணவாகப் பாலாடைக்கட்டி (cheese) கருதப்படுகிறது. சாதாரணமாகப் பாலில் 85% நீர் உள்ளது. ஆனால் பாலாடைக் கட்டியில் பாலிலுள்ள நீரைத் தவிர புரதம், கொழுப்பு, சுண்ணாம்புச் சத்து, சாம்பல் சத்து ஆகியன ஒருங்கிணைந்து காணப்படுகின்றன. பாலாடைக்கட்டி கி.மு.3200 ஆண்டிலிருந்தே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தாலும் கி.பி.1851 முதல் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

செய்முறை. பாலாடைக் கட்டி செய்யப் பால், பாலை உறையச் செய்யும் உயிரிக் கலவை (starter culture), நிறமூட்டும் பொருள் (colouring agent) சுண்ணாம்புச் சத்து நிறைந்த வேதிப்பொருள், உறையூக்கி (coagulants) சாதாரண உப்பு ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன. நுண்ணுயிரி நீக்கம் செய்து பதப்படுத்தப்பட்ட பாலில் (Pasteurised milk) 1 லிட்டருக்கு 10-20 மி.லி. உயிரிக் கலவை சேர்க்கப்படுகிறது. இப்போது பாலின் வெப்ப நிலை 35°C இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனால் பாலின் அமிலத்தன்மை 1.8 - 2.1 % உயர்கிறது. பிறகு இந்த உறையூற்றிய பாலில் 100 லி. பாலுக்கு நான்கு கிராம் என்ற அளவில் ரென்னட் (rennet) என்னும் உயிர் நொதி



(biological enzyme) சேர்க்கப்படுகிறது. இது உறையூக்கியாகச் செயல்பட்டுப் பாலை 30 நிமிடத்தில் உறைய வைக்கிறது. இவ்வாறு பெறப்பட்ட கட்டித் தயிர் சிறுசிறு துண்டுகளாக இதற்கென உள்ள கத்திகளால் வெட்டப்பட்டு 47 - 51°C வரை வேக வைக்கப்படுகிறது.

துகள்கள் ஒன்று சேராதிருக்க மென்மையாகக் கலக்கப்படும். அமிலத்தன்மை 0.14 - 0.18 % இருக்கும் போது தயிரின் மேலுள்ள பால் தெளிவு (whey) வடிக்கப்படுகிறது. தயிர்க்கட்டி தனித்தனியாக எடுக்கப்பட்டு ஈரப்பதம் நீக்கப்படுகிறது. அதன் பிறகு 85°C வெப்பமுள்ள சுடு நீரில் மூழ்க வைக்கப்படுகிறது. இதனால் பாலாடைக்கட்டி ஒரே சீராக, மென் தன்மையுடன் இருக்கும். இதன்பிறகு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டு குவியல்களாகச் சேர்க்கப்பட்டு 100 கிராமுக்கு 2 கிராம் அளவில் சாதாரண உப்புச் சேர்த்துப் பதப்படுத்தப்பட்டுக் காற்றுப் புகாத பாத்திரங்களில் அடைத்து விற்பனைக்கு வருகிறது.

கன்றுக்குட்டிகளின் நான்காம் இரைப்பையிலிருந்து பெறப்படும் ரென்னட் எனும் பொருளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் 15-20 நிமிடங்களில் முழுப் பாலும் திரிந்து பாலாடைக்கட்டி தனியே பிரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் லாக்கிக் அமிலம் உருவாக்கும் பாக்கிரியாக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அவை வளர்ந்து லாக்கிக் அமிலம் உற்பத்தி செய்து பால்கட்டியாகத் திரிந்து வர 8 - 16 மணி நேரமாகும்.

**வகை.** தற்சமயம் ஏறத்தாழ நானூறுக்கும் மேற்பட்ட பாலாடைக்கட்டி வகைகள் இருந்தாலும் அவை கடினப் பாலாடைக் கட்டி (செடார், சுவிஸ், பாலாடைக் கட்டி ஆகியன) இடைநிலைப் பாலாடைக்கட்டி (கேம்பின்ட் வகை) மென்பாலாடைக் கட்டி (லிம்பெர்கர் வகை) என்று அவற்றின் ஈரப்பதம், தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலும் பாக்கிரியா பாலாடைக்கட்டி, பூசணப் பாலாடைக்கட்டி என உயிரினக் கலவையின் அடிப்படையிலும் பகுக்கப்படும்.

**சிறப்பியல்பு.** பாலாடைக்கட்டி என்பது, எருமைப்பால், பசும்பால், ஆட்டுப்பாலிலிருந்து பெறக்கூடியதாகும். எளிதில் கெடக்கூடிய அதிகப்படியான பால் கொண்டு நீண்ட நாள் கெடாதிருக்கக் கூடிய பாலாடைக் கட்டி தயாரிக்கலாம். இது அனைவருக்கும் ஏற்ற உணவாகும். 1 கி.கி. பாலாடைக்கட்டி, 10லி.பால், 30 முட்டை, 2 கி.கி. இறைச்சி, 3 கி.கி. மீன், 20 கி.கி. முட்டைகோஸ் இவை ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள புரதச்சத்துக்கு இணையானது. 100 கிராம் பாலாடைக்கட்டி ஒரு நாளைக்கு ஒரு மனிதனுக்கு வேண்டிய புரதம், சுண்ணாம்புச்சத்து, எரிச்சி ஆகியவற்றைத் தரவல்லது. பாலாடைக்கட்டி எளிதில்

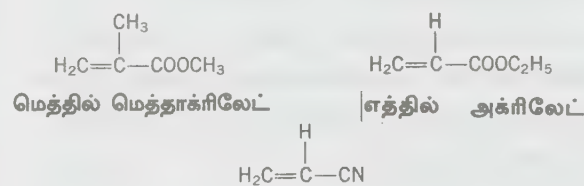
செரிக்கக்கூடிய புரதம், சுண்ணாம்புச்சத்து, வைட்டமின் சத்து நிறைந்த முழு உணவாகும்.

வி.எஸ். இராகவன்

## பாலிஅக்ரிலேட் ரெசின்

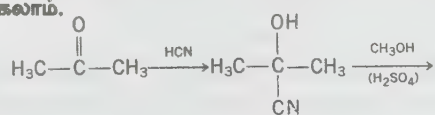
அக்ரிலிக் (acrylics) என்று பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படும் இச் சேர்மங்கள் நெகிழி (plastics) வகையைச் சேர்ந்தவை. சுண்ணாடியைப்போல் ஒளி புகவிடும் தன்மை பெற்றிருக்கும் இவை சுண்ணாடியைப்போல் எளிதில் நொறுங்குவதில்லை. இத்தகைய தனித்த இயல்பின் காரணமாக அக்ரிலிக் பெருமளவில் பல துறைகளில் சுண்ணாடிக்கு மாற்றாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒருறுப்பின் (monomer) அமைப்பைப் பொறுத்து எண்ணற்ற பல்லுறுப்பிகள் (polymer) உருவாகின்றன. அவற்றுள் பாலிமெத்தில் அக்ரிலேட், பாலிமெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் ஆகிய ரெசின்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. அக்ரிலிக் அமிலம், மெத்தாக்ரிலிக் அமிலம், மெத்தில் அக்ரிலேட், மெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் போன்ற எளிய மூலக்கூறுகள் பல்லுறுப்பியாக்கல் வினையின் மூலம் பயனுள்ள ரெசின்களைத் தருகின்றன.



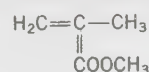
மெத்தில் அக்ரிலேட்

பாலிமெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் ரெசின் தயாரிப்பதற்குத் தேவையான ஒருறுப்பு மூலக்கூறைப் பின்வருமாறு தயாரிக்கலாம்.

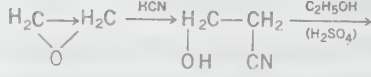


அசெட்டோன்

அசிட்டோன் சயனோஹைட்ரின்



பாலிஎத்தில் அக்ரிலேட் பல்லுறுப்பியின் மூலப்பொருளான எத்தில் அக்ரிலேட்டை எத்திலீன் ஆக்சைடிலிருந்து தயாரிக்கலாம்.



எத்திலீன்      எத்திலீன் சயனோஹைட்ரின்  
ஆக்சைடு  
 $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$   
எத்தில் அக்ரிலேட்

பாலி அக்ரிலேட் ரெசின்களைப் பெறப் பின்வரும் முறைகளைக் கையாளலாம்.

**மொத்தப் பல்லுறுப்பாக்கல் (bulk polymerisation).** இம்முறையில் கிடைக்கும் ரெசின் ஊற்றி வார்க்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தகடாகவும் கம்பியாகவும் குழாயாகவும் இதை வார்க்கலாம்.

**கரைசல் பல்லுறுப்பாக்கல் (solution polymerisation).** இம்முறையில் பெறப்படும் ரெசினைக் கரைசலாகவே மேல்பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

**பால்மப் பல்லுறுப்பாக்கல் (emulsion polymerisation).** இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் ரெசின் பால்ம நிலையிலேயே வண்ணப்பூச்சுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**தொங்கல் பல்லுறுப்பாக்கல் (suspension polymerisation).** இம்முறை ரவை வடிவப் பல்லுறுப்பியைத் தருகிறது.

**குருணைப் பலபடியாக்கல் (granular polymerisation).** வார்ப்புக்கு ஏற்ற தூளை இம்முறையில் தயாரிக்கலாம்.

மேற்கூறிய பல்லுறுப்பாக்கல் வினைகள் தனி உறுப்பு (free radical) வழி நிகழ்கின்றன. பெராக்க்சைடு அல்லது பியூட்டைல் லித்தியம் போன்ற கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தொடர்வினையைத் (chain reaction) தொடங்கி வைக்கின்றன.

பொதுவாக, அக்ரிலிக் ரெசின்களின் பண்புகள், இடம் பெற்றிருக்கும் எஸ்ட்டுக்கு ஏற்றவாறு வேறுபட்டிருக்கும். எஸ்ட்டில் காணப்படும் அல்கைல் தொகுதியின் பருமன் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ரெசின்களின் வலிமையும் இளகு நிலையும் குறைந்து கொண்டே போகும். எடுத்துக்காட்டாக, பாலிமெத்தில் அக்ரிலேட் ரெசின் பாலிபியூட்டைல் அக்ரிலேட்டை விட கூடுதல் இளகுநிலையும் உயர் வலிமையும் பெற்றுள்ளது.

கரிமக் கண்ணாடியெனச் சிறப்பாகக் குறிப்பிடப்படும் பாலிமெத்தில்மெத்தாக்ரிலேட்டின் முதன்மைப் பண்பு ஒளிபுகுவிடும் தன்மையே. இதன்மேல் விழும் ஒளிக்கதிரில் 92% அளவுக்கும் மேலாகவே இதனுள் ஊடுருவிச் செல்கிறது. மேலும், வண்ண நெகிழிகள் பெற இதனைச் சாயமேற்றலாம். அமிலம், எரிகாரம், வீரியமிக்க ஆக்சிஜனேற்றி போன்றவற்றால் இது பாதிக்கப்படுவதில்லை. புற ஊதாக்கதிர்கள் தாக்கத்தாலும் இவற்றிலிருந்து வடிவமைக்கப்படும் நெகிழிகள் சீர்குலைவடைவதில்லை. இப்பண்புகள் காரணமாகவே இது ஆண்டுகள் பலவாயினும் தட்பவெப்ப மாறுதலாலும் ஒளியின் தாக்கத்தினாலும் கெடாமல் இருக்கிறது. ஒளிபுகு தன்மை பெற்றிருப்பதாலும் மேற்கூறிய காரணங்களுக்காகவும் பாலிமெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் விமானங்களில் விமானியின் அறையில் காற்றுத் தடுப்பான் அமைக்கப் பயன்படுகிறது.

பாலிமெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட்டினாலான வளைந்த குழாய் வழியே கூட ஒளி புகுந்து செல்லும் தன்மையுடையது. இத்தகைய வளைகுழாய்களின் உதவியால் தொண்டை, வாய் போன்ற பகுதிகளில் ஒளி விழச் செய்து மருத்துவர்கள் எளிதில் ஆய்வு செய்யலாம். செயற்கைக் கண் தயாரிக்கவும், போலிப் பல்வரிசை அமைக்கவும் இந்த நெகிழி பயன்படுகிறது.

அண்மைக்கால ஆய்வின் விளைவாகப் பல்லுறுப்பாகும் பிணைப்பானாக (polymerizable binder) மெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் மணலுடன் கலக்கப்படுகிறது. மெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் ரெசினால் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைக் கலவை சீர்குலைந்த கற்காரை அமைப்புகளைப் புதுப்பிக்க உதவுகிறது.

அக்ரிலிக் ரெசின்கள் பால்ம நிலையிலும் கரைசல் நிலையிலும் துணி, காகிதம், தோல் போன்ற பொருள்களுக்கு மேல்பூச்சுக் கொடுக்கப் பயன்படுகின்றன. அக்ரிலிக் ரெசின்கள் உராய்வைத் தாங்கும் ஆற்றலைத் துணிகளுக்கு அளிக்கின்றன. மேலும், இவை துணிகளை மிகுதியாகச்



சுருங்காமல் பாதுகாப்புடன் துணிகளைப் பாழ்படுத்தும் நுண்ணுயிர்களின் தாக்குதலை தவிர்ப்பதும் உதவுகின்றன. அக்ரிலிக் பால்மத்தால் தயாரிக்கப்பட்ட வண்ணப்பூச்சுகள் எத்தனை முறை தேய்த்துக் கழுவிப்பட்டாலும் திறமிகக்காமல் பொலிவுடன் காணப் படுகின்றன. சரமான மேற்பரப்புகளிலும் இவற்றைப் பூசலாம்.

பாலிவினைல் குளோரைடு கலந்த அக்ரிலிக் ரெசின்கள் வெப்பம் தாங்கவல்ல நெகிழித் தகடுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. எத்தில் அக்ரிலேட்டும், 2-குளோரோ எத்தில் வினைல் ஈதரும் கலந்த சக பல்லுறுப்பியிலிருந்து (copolymer) பெறப்படும் ரப்பரைப் பாலிடையீன் ரப்பரைப் போலவே பதனிடலாம். அக்ரிலிக் அமிலத்தின் பியூட்டைல் ஆக்ட்டைல் எஸ்ட்டர்களும் ரப்பர்களைத் தருகின்றன. ஃபுளூரின் ஏற்றம் பெற்ற அக்ரிலிக் அமில எஸ்ட்டர்கள் எண்ணெய் எதிர்ப்புத் திறனுள்ள ரப்பர்களாகப் பயன்படுகின்றன.

பொறியியல் துறையில் உலோகங்களின் இடத்தைப் பிடிக்கவல்ல பல்லுறுப்பிக் கலவைகளை (polymer alloys) இந்தியாவிலேயே தயாரிக்கும் ஆய்வுகள் நடைபெற்று வருகின்றன. பாலிமெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட்டும் பாலிஎத்திலீன் டெரிஃப்தாலேட்டும் கலந்த பல்லுறுப்புக் கலவை ஒன்றை உருவாக்கியிருப்பதாகப் புனேயிலுள்ள தேசிய வேதியியல் ஆய்வுக்கூடம் தெரிவித்துள்ளது.

க. சேது

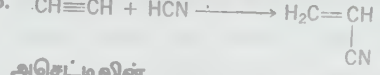
துணைநூல். Sybil Parker (Ed.), McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

## பாலிஅக்ரிலோதைட்டரைல் ரெசின்

இவ்வகை ரெசின்கள் கடினத்தன்மையும் உயர் உருகுநிலையும் கொண்டவை. பாலிவினைல் சயனைடு என்றும் குறிப்பிடப்படும் இந்த ரெசின்கள் சகபல்லுறுப்பிகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. வெவ்வேறு வகை ஓசுறுப்பு மூலக்கூறுகளை ஒரே கலவையில் வினைப்படுத்திப் பெறப்படும் பல்லுறுப்புக்குச் சக பல்லுறுப்பி (copolymer) என்று பெயர். பயன்பாடுகளைப் பொறுத்து இழை, நெகிழி, ரப்பர் எனப் பாலிஅக்ரிலோதைட்டரைல்கள் மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை ரெசின்களுக்கு அடிப்ப

டையான அக்ரிலோதைட்டரைல் முறைகளில் தயாரிக்கலாம்.

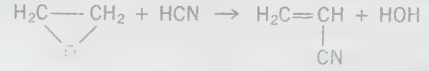
அசெட்டிலினுடன் ஹைட்ரஜன் சயனைடை வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் கூட்டுவிக்கப்பட்டு இதைப் பெறலாம்.



அசெட்டிலின்

அக்ரிலோதைட்டரைல்  
(வினைல் சயனைடு)

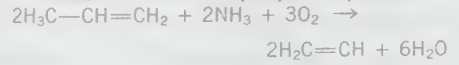
எத்திலீன் ஆக்சைடுடன் ஹைட்ரஜன் சயனைடை வினைபுரியச் செய்து அக்ரிலோதைட்டரைலைப் பெறலாம்.



எத்திலீன் ஆக்சைடு

அக்ரிலோதைட்டரைல்

புரோப்பிலீன், அம்மோனியா, ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றை வினைப்படுத்தியும் இச்சேர்மத்தைப் பெறலாம்.



புரோப்பிலீன்

அக்ரிலோதைட்டரைல்

அக்ரிலோதைட்டரைல் பல்லுறுப்பாக்கல் வினை இயங்கு உறுப்பு (free radical) வழி நிகழ்கிறது. வினைவேக மாற்றிகளாகப் பெராக்க்சைடுகள் அல்லது கார உலோகங்கள் பயன்படுகின்றன. மொத்தப் பல்லுறுப்பாக்கல் (bulk polymerisation) முறையில் வினை மிக விரைவாக நடைபெறுவதால் தொழில் முறையில் பயன்படுத்த இயலாது. தொங்கல் மற்றும் பால்ம நிலைப் பல்லுறுப்பியாக்கல் முறைகள் மூலம் அக்ரிலோதைட்டரைல் ரெசின்களைத் தயாரிக்கலாம்.

அக்ரிலிக் இழையில் 35 - 85% அக்ரிலோதைட்டரைல் உள்ளது. மிகையான வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படாமை, நீர் போன்ற கரைப்பான்களில் கரையாத்ன்மை முதலிய பண்புகளையுடைய அக்ரிலிக் இழையால் நெய்யப்பட்ட துணிகள் மென்மையான கம்பளி போன்ற உணர்வைத் தருகின்றன. படுக்கை விரிப்பு, பாய்மரத்துணி, கயிறு முதலியன இவ்வகை இழைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. அக்ரிலிக் இழையில் சிறிதளவு வினைல் பைரோலிடோன், வினைல் அசெட்டேட், அக்ரைல் அமைடு போன்ற வினைல் பெறுதிகள் கலந்துள்ளன.

அக்ரிலோ நைட்ரைல்-ஸ்டைரீன் சக பல்லுறுப்பி. ஸ்டைரீன் சேர்மத்தை அக்ரிலோ நைட்ரைலுடன் கலந்து, பால்மநிலைப் பல்லுறுப்பாக்கல் அல்லது தொங்கல் நிலைப் பல்லுறுப்பாக்கல் முறை மூலம் இவ்வகைப் பல்லுறுப்பியைப் பெறலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் பல்லுறுப்பி வேதியியல் எதிர்ப்புத்திறன், வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல் ஆகிய பண்புகளில் பாலிஸ்டைரீனைவிட மேம்பட்டுக் காணப்படுகிறது. பாலிஸ்டைரீனைப் போல இது ஹைட்ரோகார்பன்களில் கரைவதில்லை. எனவே இந்தப் பல்லுறுப்பியால் செய்யப்பட்ட கலங்களில் எண்ணெய், ஹைட்ரோ கார்பன்கள் போன்றவற்றைச் சேமித்து வைக்க முடியும். குளிர்சாதனப் பெட்டியின் பகுதி, தட்டச்சுப் பொறியின் பொத்தான் முதலியவற்றைத் தயாரிக்க இந்த ரெசின் பயன்படுகிறது.

அக்ரிலோ நைட்ரைல் - பியூட்டாடையின் - ஸ்டைரீன் சக பல்லுறுப்பி. அக்ரிலோ நைட்ரைல் ரெசின்களை ரப்பருடன் கலந்து ABS என்னும் புது வகை ரெசின்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. 1960 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் நிகழ்த்தப்பட்ட இவ்வகை ஆய்வுகள் பல்லுறுப்பித் தொழில்நுட்பத்தில் சிறந்த முன்னேற்றமாகும்.

ரெசின்களை இரண்டு முறைகளில் தயாரிக்கலாம். ஸ்டைரீன், அக்ரிலோ நைட்ரைல் ஆகிய இரண்டையும் செயற்கை ரப்பரான பாலிபியூட்டாடையீனுடன் கலந்து வினைவேகமாற்றியான பொட்டாசியம் பெர்சல்ஃபேட்டின் முன்னிலையில் சகபல்லுறுப்புப் பால்மமாகப் பெறலாம். பின்பு பால்மத்திலிருந்து சகபல்லுறுப்பியை வீழ்படிவாக்கிப் பிரித்தெடுக்கலாம். இந்த ரெசினைத் தயாரிப்பதற்கான இரண்டாம் முறை, உலோகக் கலவைத் தயாரிப்பை ஒத்ததாகும். இம்முறையில் அக்ரிலோநைட்ரைல்-ஸ்டைரீன் ரெசினை பியூட்டாடையின் - அக்ரிலோ நைட்ரைல் ரப்பருடன் நன்கு கலக்க வேண்டும்.

ரெசினில் பியூட்டாடையீனின் அளவுக்கேற்பப் பல்லுறுப்பியின் தாக்கு வலிமை (impact strength) அதிகரிக்கிறது. இழுவலு (tensile strength) குறைகிறது. இதேபோன்று இப்பல்லுறுப்பியில் அக்ரிலோ நைட்ரைல்-ஸ்டைரீன் விகிதம் அதிகரித்தால் பல்லுறுப்பியின் தாக்கு வலிமை குறைகிறது. இழுவலு அதிகரிக்கிறது. ரெசினின் மின்னியல்பு உயர்வெப்ப நிலையிலும், ஈரப்பதச் சூழலிலும் மாறாமல் உள்ளது. இப்பண்பின் காரணமாக

மின்சுற்றுகளுக்கு இருப்புத் தளம் (printed circuit) அமைக்க இவ்வகை ரெசின்கள் பயன்படுகின்றன. வானொலிப் பெட்டி, புகைப்படக்கருவி தயாரிக்கவும் ABS ரெசின்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

க. சேது

துணைநூல். *McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.

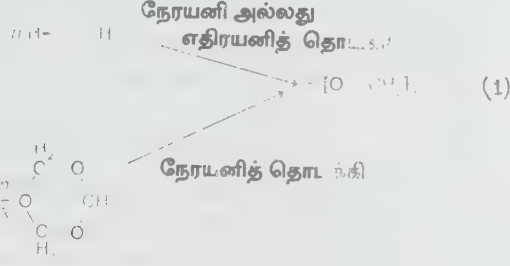
## பாலிஅசெட்டால்

இது -O-R-O- எனும் தொகுதிகளை முதன்மைத் தொடர்களில் கொண்ட ஆல்டிஹைடு ( $R = CH_2$  அல்லது  $CHR^1$  அல்லது கீட்டோன்கள் ( $R = C(R^1R^{1'})$ ) ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றிலிருந்து பெறப்படும் பாலி ஈதராகும். இதுவரை அறியப்பட்டுள்ள பல பாலி அசெட்டால்களில் சாதாரணமானதும், பொதுவானதுமாக விளங்குவது ஃபார்மால்டிஹைடு சேர்மத்தின் இணைப் பல்லுறுப்பி (copolymer) அல்லது பல்லுறுப்பியான பாலி ஆக்சிமெத்திலீன் ( $-(O-CH_2)_n-$ ) ஆகும். பாராஃபார்மால்டிஹைடு எனும் பல்லுறுப்பிச் சேர்மம் குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய பாலிஆக்சி மெத்திலீன்களைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் 'n' எனப்படும் சங்கிலித் தொடர் நீளம் குறைவாக உள்ளது. ஆனால் மிகை மூலக்கூறு எடையுடைய இவை படிக உருவில் அமைந்துள்ளன; மேலும் நெகிழித் தயாரிப்புகளில் பயனுள்ளவையாக உள்ளன. சாதாரணமாகப் பாலி அசெட்டால் என இவை குறிப்பிடப்படுகின்றன. செல்லுலோஸ், அதன் பெறுதிகள் ஆகியனவும் பாலிஅசெட்டால் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

வேதியியல். பாலிஅசெட்டால் சேர்மத்தில் அமைந்திருக்கும் கார்போனைல் தொகுதியே நிறைவுறாப் பிணைப்புக் கொண்டுள்ளது. கார்பன் அணுக்களிடையே காணப்படும் இரட்டைப் பிணைப்புகள் தொடர் பல்லுறுப் பாக்கலில் நீள் தொடராக ஒற்றைப் பிணைப்பில் இணைந்து விடுகின்றன. வினை(1)இல் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு ஃபார்மால்டிஹைடு சேர்மம் டிரைஃபீனைல் பாஸ்ஃபீன் போன்ற எதிரயனித் தொடக்கி (anionic initiator)



புரிக் க எளிதாகவும் புரோட்டான் தரும் அமிலங்கள் நேரயனித் தொடக்கி (cationic initiator) போன்றவை மெதுவாகவும் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைகிறது.



இவ்வகைப் பல்லுறுப்பாக்கத்தைப் போரான் டிரைஃபுளூரைடு அணைவுச் சேர்ந்து தொடக்கியைப் பயன்படுத்தி டிரையாக்சேன் சேர்மத்தால் நிகழ்த்தலாம். இதில் வளையப் பிளவு ஏற்படுகிறது.

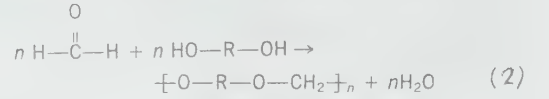
ஏறத்தாழ 110°C க்கு மேல் பல்லுறுப்பாக்கத்திற்குப் பதிலாகப் பல்லுறுப்பாக்கக் குலைவு (depolymerisation) நிகழும். முன்பே உருவான பல்லுறுப்பி சிதைவடைந்து மீண்டும் ஒருறுப்பியாக (monomer) மாறும் வினை நிகழும். இதைத் தடுக்கப் பின்வரும் இரு முறைகளில் ஏதேனும் ஒன்று கடைப்பிடிக்கப்படும். அவை: கடைநிலை ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை எஸ்ட்டராக்கம் செய்தல் அல்லது எத்திலீன் ஆக்சைடு அல்லது 1,3 - டைஆக்சோலேன் போன்றவற்றைச் சேர்த்து இணைப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்தல். மேலும் கதிரியக்கத்தைப் பயன்படுத்திப் பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ்த்தும் செய்முறையும் அறியப்பட்டுள்ளது.

நீள்தொடரில் பாலிஆக்சி மெத்திலீன் பாலிமெத்திலீனை ஒத்துள்ளது. மூலக்கூறுகள் நன்றாக இணைந்து எளிதில் படிக்கமாகின்றன. ஆனால் -C-(C)- பிணைப்பால் விளையும் முனைவு உயர் படிக்க உருகுநிலையைப் பாலிமெத்திலீனுக்கு அமைந்திருப்பதைவிடப் பாலி ஆக்சி மெத்திலீனுக்குக் கொடுக்கிறது.

அசெட்டால்டிஹைடு, டிரைகுளோரோ அசெட்டால்டிஹைடு போன்ற பிற ஆல்டிஹைடுகளும் குறைந்த வெப்பநிலையில், மிகை அழுத்தத்தில் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைகின்றன. அசெட்டோனையும் குறைந்த அளவில் பாலிகீட்டாலாக  $\{ \text{O} - \text{C}(\text{CH}_3)_2 \}_n$  உலோக அல்லது கரிம உலோக வினைவேக மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தி மாற்றலாம். கந்தகம் பதிலிடப்பட்ட டிரையாக்சேன் சேர்மம் (டிரைதேயன்),

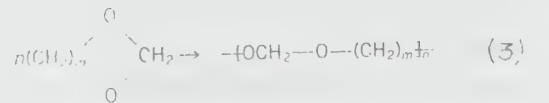
ஹெக்சாஃபுளூரோதேயோ அசெட்டோன், தயோகார்போனைல் ஃபுளூரைடு ஆகியவற்றையும் பல்லுறுப்பாக்கலாம். இந்த ஒருறுப்பிகள் தனி உறுப்பு (free radical) அயனி வகைப் பல்லுறுப்பாக்கலுக்குப்படும்.

வணிகமுறையில் உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய பாலி ஆக்சிஎத்திலீன் சேர்மத்தைத் தயாரிப்பது ஃபார்மால்டிஹைடு, அலிஃபாட்டிக் டையால் சேர்மத்துடன் வழக்கமாக நிகழ்த்தும் வினையைக் குறித்து நடத்தப்பட்ட விரிவான ஆய்வின் பயனாக விளைந்தது. இதனை வினை (2) சுட்டுகிறது. இவ்வினையில் R எனப்படும் உறுப்பு ஐந்து கார்பன் அணுக்களுக்கும் மேலான தொகுதியாக அமைந்திருக்க வேண்டும். இல்லையெனில் வளையபூக்கல் ஏற்பட்டுவிடும்.



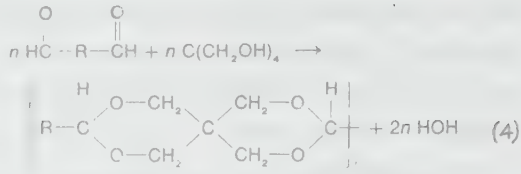
டையால், அசெட்டால் ஆகியவற்றிற்கிடையே நிகழும் பரிமாற்ற வினையும் இதே போன்ற அமைப்புகளைச் சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. இவ்வினையில் விளையும் பொருளின் குறைந்த உருகுநிலைகளை 1,4 வளைய டைஹைட்ராக்சேன் டையால் போன்ற வளைய அலிஃபாட்டிக் டையானால் பயன்படுத்தி அதிகரிக்கலாம்.

வினை (3)இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு வளைய ஃபார்மல் போன்ற மாறுபட்ட ஒருறுப்பிகளைப் பயன்படுத்திப் பாலிஅசெட்டால் உருவாகும் விதம் அறியப்பட்டுள்ளது.



பாலிஃபார்மல்  
வளையஃபார்மல் (குறிப்பாக  $n = 5, 7, 8$   
என்றிருக்கும் போது)

ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோன் பென்ட்டா எரித்ரிட்டாலும் 6-பென்ட்டா எரித்ரிட்டாலும் வினைபுரிந்து வேறுபட்ட ஸ்பைரோஅசெட்டால்களாக உருவாவதும் அறியப்பட்டுள்ளது (வினை 4).



பண்பும் பயனும். பாலிஅசெட்டால் குறிப்பிடத்தக்க அளவு வன்மையாகவும், கரிமப் பொருள்களால் பாதிக்கப் படாததாகவும் உள்ளது. இது குறைந்த உராய்வுக் கெழுக்களைக் கொண்டுள்ளது. இதன் மின்கடத்தும் திறனும் சிறப்பாக உள்ளது. எக்கி மற்றும் வால்வுப் பகுதிகள், தாங்கி (bearing) மற்றும் பற்சக்கரம், கணிப்பொறிப் பகுதி, தானியங்கிப் பகுதி, வீட்டுப்பயன்பாட்டுக் கருவி, குழாய்ப் பொருத்தக் கருவி முதலியவற்றின் தயாரிப்பிலும் இது இடம்பெறுகிறது.

த. தெய்வீகன்

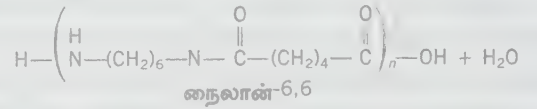
## பாலிஅமைடு ரெசின்

இவை வெண்ணரி, ஒளி ஊடுருவக்கூடிய, உயர் உருகுதிலை உடைய பல்லுறுப்பிகள். குறிப்பாகப் பாலிஅமைடு ரெசின்கள் உருகிய பகுதிகளை உடன் குளிர்வித்தால் அவை படிக்க உருவமற்ற, ஒளி ஊடுருவக் கூடியனவாக மாறுகின்றன. இவ்வகைப் பல்லுறுப்பிகள் நார்த் (fibre) தாங்கி, பற்சக்கரம், வார்ப்படப் பொருள், மேற்பூச்சு, ஒட்டுப்பொருள் (adhesive) போன்றவற்றின் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன. முன்பு நைலான் எனச் சிறப்புப் பெயரிட்டுக் குறிக்கப்பட்டவை செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பாலிஅமைடு பல்லுறுப்பிகளே ஆகும். எந்திரப் பொறியியலில் நைலான் பயன்பாட்டின் முதன்மையைக் கருதி, நைலான் பல்லுறுப்பிகள் பொறியியல் பல்லுறுப்பிகள் என்றே குறிப்பிடப்படுகின்றன.

டைகார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் டைஅமின் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிந்தும் அமினோ அமிலங்கள் குறுக்க வினைக்குட்பட்டும் கிடைக்கும் பாலி அமைடுகள் செயற்கைத் தொகுப்பு முறைகளைப் பற்றிய விவரங்கள் இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக வணிகத்தில் பயன்படும் அலிஃபாட்டிக் அமைடுகள் நைலான்-6,6; -6;-6,-10; -11; -12 என்பன சிறப்புப் பயன்பாடுகளுக்கு உதவுகின்றன.

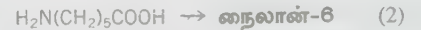
நைலான்-6, 6 மற்றும் -6, 10 ஆகியன ஹெக்சாமெத்திலீன் டை அமின் (6 கார்பன் அணுக்கள்) முறையே

அடிப்பிக் அமிலத்துடனும், செபேசிக் அமிலத்துடனும் (10 கார்பன் அணுக்கள்) வினைபுரிவதால் கிடைக்கின்றன. சமமோலார் அளவான இவ்வினைப் பொருள்களை வெப்பப்படுத்துவதால் பல்லுறுப்பி உப்பு கிடைக்கிறது (வினை 1). இதனை மேலும் வெப்பப்படுத்துவதால் பாலி அமைடு ரெசின் வினையில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கிடைக்கிறது. பல்லுறுப்பியில் அமைந்திருக்கும் கடைதலைத் தொகுதிகள் மேலும் வெப்பப்படுத்துவதால் வினைபுரியலாம் எனும் காரணத்தால் மோனோ அமிலம் அல்லது மோனோ அமின் சேர்மத்தைச் சிறிதளவு பல்லுறுப்பிக் கலவையில் சேர்த்தால் உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய பல்லுறுப்பி உருவாதல் தடுக்கப்படுகிறது.

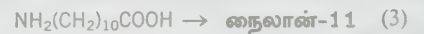


நைலான் - 6, 6; நைலான் - 6, 10; நைலான் - 6, 12; நைலான் - 6 ஆகியன சாதாரணமாகப் பொதுப் பயன்பாட்டில் உருகும் அல்லது பீச்சி வார்ப்படம் மூலம் உருவாகும் பொருள்களில் பயன்படுகின்றன. நைலான்-6,6; நைலான்-6 ஆகியவை பொதுவாக நாராகப் பயன்படுகின்றன.

நைலான் - 6, நைலான் - 11 ஆகியவற்றைத் தன் குறுக்க வினையில் (self condensation) ε-அமினோ கேப்ராயிக் அமிலம் (μ) -அமினோ அன்டிகனோயிக் அமிலங்களைப் பயன்படுத்தி வினை (2),(3)இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பெறலாம்.



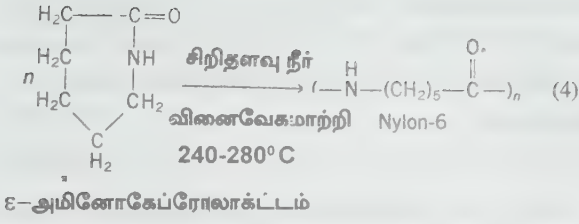
ε-அமினோகாப்ராயிக் அமிலம்



ω-அமினோஅன்டிகனோயிக் அமிலம்

அமினோ, கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதிகளைக் கொண்ட ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் தமக்குள் டைஅமிலம், டைஅமின் சேர்மங்களுக்கிடையில் திகழும் வினைபோலக் குறுக்கடைந்து உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய பல்லுறுப்பிகளை உண்டாக்கும். நைலான்-6 பொதுவாக ε - அமினோ கேப்ராயிக் அமிலத்தின் லாக்ட்டத்தைப் பல்லுறுப்பாக்க வினைக்குட்படுத்தாமல் நிகழ்த்தலாம். (வினை 4)





கேப்ரோலாக்ட்டம் (ε-அமினோ கேப்ரோ லாக்ட்டத்தின் பொதுப்பெயர்) என்பது வளைய ஹைட்சனோன் ஆக்சைம் மூலக்கூறுகள் இடமாற்றமடைவதால் உருவாகிறது. இதனை வளைய ஹைட்சனோன், ஹைட்ராக்சில் அமின் சல்ஃபேட்டுடன் வினைபுரியச் செய்து பெறலாம்.

லாக்ட்டம் முறை பொதுவாக வணிகத்தில் மிகையளவில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு முறையாகும். ஏனெனில் ε-அமினோ கேப்ராயிக் அமிலத்தைத் தயாரித்துத் தூய்மைப் படுத்துவதைவிட லாக்ட்டத்தை எளிதில் தயாரித்துத் தூய்மைப்படுத்தலாம். இதேபோன்று அமினோடோடெக்னாயிக் அமிலத்தின் லாக்ட்டத்தைத் தன் குறுக்க வினைக்குட் படுத்துவதால் நைலான்-12 ஐப் பெறலாம். பியூட்டா டையீனைத் தொடக்க நிலைப் பொருளாகக் கொண்டு தொடர்ச்சியான பல வினைகளுக்குட்படுத்தி அமினோ டோடெகனாயிக் அமிலத்தைப் பெறலாம். எதிரயனி வினையூக்க முறையைப் பயன்படுத்தி லாக்ட்டங்களைப் பல்லுறுப்பாக்கலாம். நைலான்-6 ஐ இம்முறையால் பெறலாம். நைலான் தாங்கியும் பற்சக்கரமும் மசுபொருள் இராமலே நன்கு பணிபுரிகின்றன.

கண்ணாடி நாரை நைலானுடன் சேர்த்து மீ உறுதியாக்கும் போது (reinforcement) அதன் விறைப்புத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. வெப்ப எதிர்ப்புத்திறன் மிகுகிறது. இத்தகைய, எளிதான ஊசி வார்ப்புத் தயாரிப்புகள் சில வகைப் பயன்பாடுகளில் உலோகங்களுக்கு மாற்ற உதவும். மாலிப்டினம் சல்ஃபைடு, பாலிடெட்ராஃபுளூரோஎத்திலீன் போன்றவற்றை நிரப்பிகளாக (fillers) நைலானுடன் சேர்த்தால் அதன் தேய்மான எதிர்ப்பு மிகுகிறது.

வேற்றனு வளைய அமைடு-இமைடு இணைப் பல்லுறுப்பிகள் வணிகத்தில் பயன்படுகின்றன. மேலும் பிற அமைடு கொண்ட பல்லுறுப்பிகள் (எ-டு: பாலிஎஸ்ட்டர் அமைடு, பாலிசல்ஃபோனமைடு) தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தாவர எண்ணெயில் இருக்கும் திறைவுறாக் கொழுப்பு அமிலங்கள் (எ-டு: லினோலியிக் அமிலம்) இருபடியாகி அல்லது பல்லுறுப்பாகி, குறைந்த மூலக்கூறு எடையுள்ள பல்லுறுப்பிகளாகின்றன. டை அல்லது பாலிகார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் டை அல்லது பாலி அமின்களுடன் சேர்த்து குறுக்கமடைந்து பாலிஅமைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. இதனால் விளையும் பொருள்கள் மேற்பூச்சாகவும், ஒட்டும் பொருளாகவும் பயன்படுகின்றன. குறிப்பாக எப்பாக்சி, ஃபீனால் வகை ரெசின் தயாரிப்புக் கலவைகள் (resin formulations) துணை புரிகின்றன.

சில நைலான் வகைகள் குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டில் மட்டும் இடம்பெறுகின்றன. நைலான் பொருள்களின் கரைதிறனை அதிகரிக்க அவற்றின் மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பில் ஒழுங்கு முறையில் மாறுதல் செய்ய வேண்டும். இதை இணைப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்தோ அமைடு நைட்ரஜன் அணுவில் கிளைத்தொடர்களை ஏற்படுத்தியோ உண்டாக்கலாம். எ-டு: ஃபார்மால்டிஹைடுடன் சேர்த்து வினைப்படுத்தல்.

து. தெய்வீகன்

## பாலி அல்க்கீன்

இது பை, சாக்கு, வாளி போன்றவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

பாலி எத்திலீன் அல்லது பாலித்தீன். ஒலிஃபீன்கள் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைந்து பாலி ஒலிஃபீன்கள் என்னும் பல்லுறுப்பிகளைத் தருகின்றன. எ-டு: பாலி எத்திலீன், பாலி டிரோப்பிலீன்.

பாலி எத்திலீனில் இருவகைப் பல்லுறுப்பிகள் உள்ளன. மிகை அழுத்தத்தில் கிடைக்கும் பாலி எத்திலீன், குறைவான அடர்த்தியுடையது. எனவே இது குறைவடர்த்திப் பாலி எத்திலீன் எனப்படுகிறது. குறை அழுத்தத்தில் கிடைக்கும் பாலி எத்திலீன் பல்லுறுப்பி உயர்வடர்த்தி கொண்டது. இது உயர் அடர்த்தி பாலி எத்திலீன் எனப்படுகிறது.

உயர் அழுத்தப் பல்லுறுப்பாக்கம். 100 - 300°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள் எத்திலீன் 1000 - 3000 வளி அழுத்தத்தில் பல்லுறுப்பாக மாறுகிறது. இவ்வினை கரிமப் பெராக்சைடு, உலோக அல்கைல் போன்ற சேர்மங்களாலும் தூண்டப்படுகிறது. வினையின்போது எத்திலீன் அளவு, அழுத்தம், வெப்ப நிலை இம்மூன்றும் நன்கு கண்காணிக்கப்பட

வேண்டும். பல்லுறுப்பாக்கம் நிறைவுற்ற பின் எத்திலீன் வளிமத்தைப் பிரித்தெடுத்து, பின்பு உருகியுள்ள பாலி எத்திலீனைப் பிழிந்து வார்த்துக் (extruded), குளிரச் செய்து, துண்டுகளாக வெட்டி, எத்திலீன் மணிகள் கிடைக்கின்றன.

குறைவழுத்த முறை. இம்முறையில் பாலி எத்திலீன் தயாரிப்பதற்கு அடிப்படை சீக்ளர் வினையூக்கிகளான அலுமினியம் டிகரை எத்தில் டைட்டேனியம் டெட்ராசுளோரைடு இவற்றின் அணைவே ஆகும்.

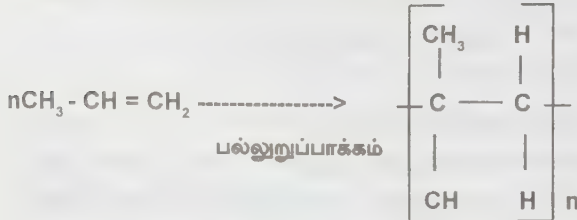
சீக்ளர் முறையில் வினைவேக மாற்றியை ஹைட்ரோகார்பன் நீர்மத்தில் கலந்து கலன்களாக மாற்றி, எத்திலீன் வளிமத்தை இதனுள் செலுத்த வேண்டும். பல்லுறுப்பாக்க வினை 50 - 70°C இல் வளி அழுத்தத்திலேயே நடைபெறுகிறது. பல்லுறுப்பி சிறு மணிகளாகக் கலத்தின் அடியில் படிந்த பின் கலங்களைக் கலக்கிச் சேறாக மாற்ற வேண்டும். பின்பு பல்லுறுப்பியைத் தூய்மை செய்து கிடைக்கும் பாலிஎத்திலீன் சிறு மணிகளை நன்கு உலர்த்த வேண்டும்.



தன்மை. குறைவடர்த்தி பாலி எத்திலீன், அதன் தாழ் உருகு நிலை காரணமாக மெழுகையொத்துக் காணப்படுகிறது. உயர்ந்த இளகுநிலை கொண்ட உயர்வடர்த்தி பாலி எத்திலீன் விறைப்புத் தன்மை மிகுந்து காணப்படுகிறது.

பயன். பாலிஎத்திலீன் படலங்கள் பொருள்களைக் கட்டி அனுப்பும் மேலுறையாகப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பால் விற்பனை செய்யப் பால் எத்திலீனால் ஆன பைகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பீச்சி வார்த்தல் முறையில் நெகிழி, வானி, கட்டை, புனல், முகவை போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. முக ஒப்பனைத்தாள், ஷாம்பு இவற்றை அடைத்து விற்பனைக்கு வரும் புட்டிகள் பாலிஎத்திலீனிலிருந்து ஊதிவார்த்தல் முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பாலி புரோப்பிலீன். இது புரோப்பிலீனைப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்வதால் விளைவதாகும்.



பயன். பாலி எத்திலீனைப் போன்ற வேதிவினை எதிர்ப்புத்திறன் உடைய பாலிபுரோப்பிலீன் அதன் மிகச் சிறந்த வளையுந்திறன் காரணமாகக் கீல்கள் (hinges) தயாரிக்கப்

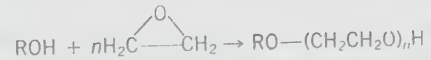
பயனாகிறது. செல்லுலோஸ் படலங்கள் பயன்பட்ட இடங்களில் தற்போது பாலி புரோப்பிலீன் படலங்கள் (films) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் இதன் சிறந்த நீர் எதிர்ப்புத் தன்மை காரணமாகக் கயிறு திரிக்கவும், வலைகள் பின்னவும் பயனாகின்றன. பாலி புரோப்பிலீன் தகடுகளைப் பற்ற வைத்து இணைக்கலாம்.

நா. அய்யாசாமி

துணைநூல். மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன், நா. அய்யாசாமி, பிளாஸ்டிக்ஸுக்கு ஓர் அறிமுகம், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974.

## பாலி ஆக்சி எத்திலேற்ற ஆல்கஹால்

ஆல்கஹால் மூலக்கூறு எத்திலீன் ஆக்சைடுடன் வினைப்பட்டுப் பாலி ஈதரைத் தரும். இச்சேர்மம் பாலி ஆக்சிஎத்திலேற்ற ஆல்கஹால் எனப்படும். இவ்வினையைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



ஆல்கஹாலில் உள்ள R தொகுதி அலிஃபாட்டிக் அல்லது அரோமாட்டிக் தொகுதியாக அமையலாம். வினைப்படும் எத்திலீன் ஆக்சைடு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை (n) 1 - 200 என்ற அளவில் உள்ளது. இவ்வினையில் கூட்டுப் பல்லுறுப்பாக்கல் (addition polymerisation) படிப்படியாக நிகழும். பெரும்பாலும் அமில அல்லது கார வினை வேகமாற்றி இவ்வினையைத் தூண்டும். பாலிஆக்சி எத்திலேற்ற ஆல்கஹாலின் சராசரி மூலக்கூறு எடை, இவ்வினையில் ஈடுபடும் எத்திலீன் ஆக்சைடின் மோல்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்திருக்கும். வினைப்படு ஆல்கஹால், விளையும் பாலிஆக்சி எத்திலேற்ற ஆல்கஹால்களின் வேறுபட்ட வினைத்திறனுக்கேற்ப வினைவினை ஆல்கஹாலில் கணிசமான அளவில் வினையுறாத் தொடக்க ஆல்கஹால் காணப்படும். ஒற்றை (mono) மற்றும் பாலிஹைட்ரிக் (polyhydric) ஆல்கஹால்களில் உள்ள இடையூறற்ற (unhindered) ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் வினைப்படும். இருப்பினும் இந்த ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளில் சில விரைவாகவும் சில மெதுவாகவும் வினைப்படும். தொடக்க வினையின் வேகம், வினையின் வெப்பநிலை,



வினையூக்கியின் செறிவு, ஆல்கஹாலின் தன்மைக்கேற்ப வேறுபடும். ஓரிணைய ஆல்கஹால் மிக விரைவாகவும் மூவிணைய ஆல்கஹால் மிக மெதுவாகவும் வினையுறும்.

ஆக்சி எத்திலேற்ற முறைகள். வணிக ஆக்சி எத்திலேற்ற முறைகளைப் பகுதி முறை (batch process), தொடர்முறை (continuous process) என வகைப்படுத்தலாம்.

தொடர்முறை. இம்முறையில் பொதுவாக மெத்தனால், பியூட்டனால் போன்ற கீழ்வரிசை ஆல்கஹால்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு, வாலை வடித்த 1-, 2- மற்றும் 3 - மோல் ஆக்சி எத்திலேட்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக விளைபொருளின் மூலக்கூறு நிறையைக் கட்டுப்படுத்தும் நோக்கத்தோடு 10 மோல் ஆல்கஹால் மிகையாக வினைக்கலனில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும். மிகையளவு ஆல்கஹால் தொடர்ச்சியாக வாலை வடித்துப் பிரிக்கப்பட்டு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வினையின் வெப்பநிலையை 100-180°Cக்குள் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். வினையூக்கியின் செறிவு 0.001 - 0.01 மோல் விழுக்காடாகும். தொழிலகங்களில் போரான் டிரைஓபுளூரைடு, சல்ஃபியூரிக் அமிலம் போன்ற அமிலச் சேர்மங்களும், சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற காரச் சேர்மங்களும் வினையூக்கியாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. கீழ்வரிசை ஆக்சி எத்திலேட் கிளைகால் ஈதர் எனப்படும். நீர்ம நிலையில் உள்ள இச்சேர்மங்கள் கரைப்பானாகவும், தாரை எரிமச் சேர்ப்பியாகவும் (jet fuel additives) பயன்படுகின்றன.

பகுதி முறை. மேல்வரிசை அலிஃபாட்டிக் ஆல்கஹால்கள் (higher aliphatic alcohols), ஃபீனால்கள் போன்ற சேர்மங்களுக்குப் பகுதி முறை ஆக்சி-எத்திலேற்றம் ஏற்றது. மேலும் மூலக்கூறு நிறை 5000க்கு மேற்பட்ட உயர் பல்லுறுப்புச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கவும் இம்முறை சிறந்தது. இம்முறையில் கிடைக்கும் பாலிஆக்சி எத்திலேற்றிய ஆல்கஹால் உயர் கொதிநிலையுடன், பாருதன்மையுடைய நீர்மமாக அல்லது மெழுகு போன்ற திண்மமாக உள்ளது. பகுதி முறையில் வெப்பநிலை 80 - 150°C உள்ளது. இம்முறையிலும் வினையூக்கியின் செறிவு தொடர் முறையில் உள்ள செறிவை ஒத்திருக்கும். விரும்பிய மூலக்கூறு நிறையை அடையத் தேவையான அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் போதுமான எத்திலீன் ஆக்சைடு சேர்க்க வேண்டும். கொழுப்பு ஆல்கஹால், அல்கைல் ஃபீனால் இவற்றின் 3 - 9 மோல் ஆக்சி எத்திலேட் சேர்மங்கள் அயனியற்ற பரப்புக்கினர் (non ionic surfactant) பொருள்கள் தயாரிக்கப் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. கொழுப்பு ஆல்கஹால்களின் 3 - மோல்

கூட்டுப் பொருள்கள் (3 - mole adducts) எதிர் அயனியற்ற பரப்புக்கினர் பொருள் (anionic surfactant) தயாரிக்க ஏற்ற இடைநிலைப் பொருள்களாக (intermediates) உள்ளன. மெத்தாக்கி பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால் எஸ்ட்டர் அழுக்கு நீக்கியாகவும் பால்மமாக்கியாகவும் (emulsifier) பயன்படுகிறது.

விளைபொருள்கள். மிக உயர் மூலக்கூறு நிறையுடைய சேர்மங்களைப் பெறும் பொருட்டு ஆல்கஹால் களைப் பாலி ஆக்சி எத்திலேற்றம் செய்யலாம். ஆல்கஹால் களின் அமைப்பு, எத்திலீன் ஆக்சைடு மோல்களின் எண்ணிக்கைக்கேற்பக் கிடைக்கும் உயர் மூலக்கூறு நிறையுடைய விளை பொருள்களின் பண்பு, எத்திலீன் ஆக்சைடு பல்லுறுப்பியின் தன்மையை ஒத்திருக்கும். மூலக்கூறு நிறை 10,000 - 20,000ஐ நெருங்கும்போது, ஆக்சி எத்திலேற்றப் பக்க வினையும், நீர் போன்ற மாசுகளும் விளைபொருளில் பாலி எத்திலீன் கிளைக்காலின் செறிவைக் கூட்டுகின்றன.

நா. அய்யாசாமி

துணைநூல். Sybil Parker (Edn.), *McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry*, Fifth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

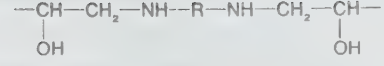
## பாலி ஈதர் ரெசின்

பல்லுறுப்பிச் சங்கிலி அமைப்பில் ஈதர் நிலை ஆக்சிஜன் பிணைப்புக் கொண்ட (-C-O-C-) இவ்வகை நெகிழிகள் வெப்பத்தால் இறுகும் தன்மையும் இளகும் தன்மையும் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக எப்பாக்கி ரெசின், பாலி ஒலிஃபின் ஆக்சைடு ரெசின், ஃபிளாக்கி ரெசின், பாலி ஃபினைலின் ஆக்சைடு ரெசின், பாலி ஆக்சி மெத்திலீன் ரெசின் முதலியவற்றைக் கூறலாம். இவை அனைத்தும் பயன்பாட்டு முறையில் வணிகச் சிறப்புடையவை.

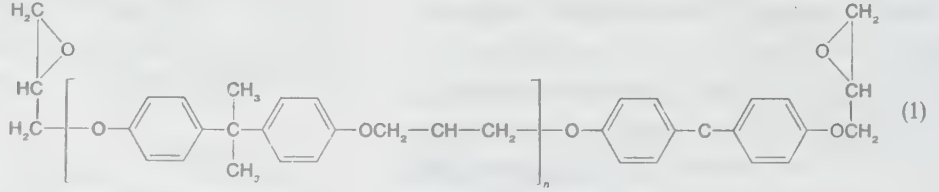
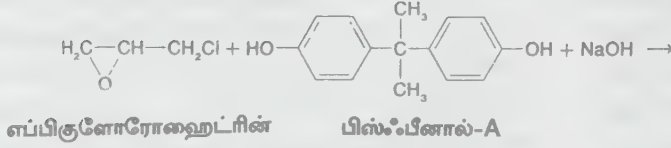
எப்பாக்கி ரெசின். வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படாமை, கண்ணாடி மற்றும் உலோகங்களுடன் ஒட்டிக் கொள்ளுதல், மின்சாரம் பாயாமல் காப்பிடும் பண்பு முதலியன எப்பாக்கி ரெசின்களின் சிறப்பியல்புகளாகும். எளிதாகவும் நுட்பமாகவும் வடிவமைக்கத்தக்கவாறு இவ்வகை ரெசின்கள் நெகிழ்ச்சி கொண்டிருக்கின்றன.

எப்பாக்கி ரெசின்களைத் தயாரிப்பதில் முதற் கட்டமாக, குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய டைஎப்பாக்கி சேர்மம் தயாரிக்கப்படுகிறது. எப்பிகுளோரோஹைட்ரின் சேர்மம்

அலிஃபாட்டிக் அல்லது அரோமாட்டிக் டையால்களுடன் குறுக்கு வினை மூலம் சேர்ந்து டை எப்பாக்சி சேர்மங்களைத் தருகிறது. எடுத்துக்காட்டாகப் பிஸ்ஃபினால்-A சேர்மத்துடன் எப்பிகுளோரோஹைடரின் வினைபுரிந்து டைஎப்பாக்சி சேர்மத்தைத் தரும் வினை வருமாறு:

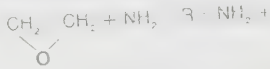


(இந்த ரெசின் NH அல்லது -OH தொகுதிகள் மூலம் மேலும் வினைபுரியலாம்.)

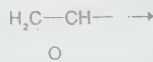


இடைநிலை டைஎப்பாக்சி ரெசின்

இந்த இடைநிலை டைஎப்பாக்சி சேர்மம் குறுக்கிணைப்புப் பொருள் (cross linking agent) அல்லது பதப்படுத்தும் பொருளுடன் (curing agent) சேர்க்கப்பட்டுப் பல்லுறுப்பாக்கல் வினை தொடர்ந்து நிகழ்த்தப்படுகிறது. வீரிய ஹைட்ரஜனைக் கொண்டுள்ள கரிம அமிலம், ஆல்கஹால், ஒரிசைனா மற்றும் ஈரிணைய அமின் ஆகியன வினைவேக மாற்றிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இடைநிலை ரெசினுடன் அமின் சேர்மம் சேர்க்கப்பட்டுப் பதப்படுத்தப்படும் வினையைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



இடைநிலை டைஎப்பாக்சி      அமின் சேர்மம்  
ரெசினில் இறுதியில் உள்ள  
தொகுதி



இடைநிலை ரெசினில் இறுதியில் உள்ள தொகுதி

பதனமாதலுக்குத் தேவையான வெப்பநிலையும், உருவாகும் பல்லுறுப்பு ரெசின் இயற்பியல் பண்புகளும் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் பதப்படுத்தும் காரணியைச் சார்ந்து அமைகின்றன. பொருத்தமான பதப்படுத்தும் காரணியைத் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலம் பதனமாதல் நிகழ்ச்சியை 0-200°C வெப்பநிலையில் அமைக்க முடியும். எப்பாக்சி ரெசின்களுடன் கால்சியம் கார்போனேட், உலோக இழைகள், உலோகத்துகள்கள் ஆகியன நிரப்பிகளாகச் (fillers) சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்தகைய நிரப்பிகள் ரெசின்களின் வலிமை, தேய்மான எதிர்ப்புத் திறன், வெப்ப எதிர்ப்புத் திறன் முதலிய இயற்பியல் பண்புகளை மேம்படுத்துகின்றன. மெர்காப்டன், பாலிஅமைடு முதலிய நெகிழ்வூட்டிகளைச் சேர்த்துப் பதப்படுத்தும்போது அவை எப்பாக்சி தொகுதிகளுடன் நிரந்தரமாகப் பிணைக்கப் படுகின்றன. ரப்பர் பண்புடைய பியூட்டாடையின்-ஸ்டீரின் பல்லுறுப்பிகளைச் சேர்ப்பதால் எப்பாக்சி ரெசின்களின் முறியாத் தன்மையும் உறுதிப்பாடும் அதிகரிக்கின்றன. உலோகங் களுடன் நன்கு ஒட்டிக்கொள்ளாதல், உயர் வெப்பநிலையைத் தாங்குதல் முதலிய பண்புகள் காரணமாகக் காப்புப் பூச்சுகளாகவும் ஓர் உலோகத்தை



மற்றோர் உலோகத்துடன் ஒட்ட வைக்கவும் எப்பாக்கி ரெசின்கள் பயன்படுகின்றன.

பதனமாகும்போது அடர்த்தியில் குறைந்த அளவே மாற்றம் ஏற்படுவதாலும் சிறந்த மின்னியற் பண்புகளாலும் எப்பாக்கி ரெசின்கள் விண்வெளி ஏவுகணைகளில் தேவைப்படும் நுண்ணிய மின்னணுக் கருவிகளை உறையிட்டுக் காப்புச் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஏவுகணைகளை விண்வெளியில் செலுத்தும்போது ஏற்படும் வெப்ப மற்றும் இயக்கவியல் அதிர்வுகளிலிருந்து நுண்ணிய மின்னணுக் கருவிகளை இந்த ரெசின் உறைகள் காக்கின்றன. எப்பாக்கின் ரெசின்கள் உருவளவில் ஏற்படும் மாற்றத்தை எதிர்க்கும் திறனும் (dimensional stability) முறியாத தன்மையும் பெற்றிருக்கின்றன. இப்பண்புகளின் காரணமாக, பேருந்துகளில் உள்ள பெட்ரோல் சேமிப்புக் கலன்கள் போன்ற உலோகப் பொருள்களை மூடி முத்திரையிடுவதற்கு இவை பயன்படுகின்றன.

எப்பாக்கின் ரெசின் கலந்து வலுவூட்டப்பட்ட பல்லுறுப்புக் கலவை, கார்பன் அல்லது கண்ணாடி சேர்ந்து வலுவூட்டப்பட்ட எப்பாக்கி ரெசின்கள் உயர் வலிமை கொண்டவை. பின்வரும் அட்டவணையில் வலிவூட்டப்பட்ட எப்பாக்கி ரெசின்களின் எந்திரவியல் பண்புகள் (mechanical properties) உலோகங்கள் தரத்துடன் ஒப்பிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்பண்புகள் அப்பொருள்களின் அடர்த்தியுடன் தொடர்புபடுத்தித் தரப்பட்டுள்ளன.

பொருள் வகை      நீட்சி வலு      'எங்.' குணகம்

மென்தகடுகளாக்கப்

பட்டவை

எப்பாக்கி இழை + வலிமை

மிக்க கண்ணாடி      0.8 GPa      80 GPa

எப்பாக்கி இழை + கார்பன் 2.5      ,,      520      ,,

உலோகங்கள்

எஃகு      1.2      ,,      109      ,,

டைட்டேனியம்      1.6      ,,      109      ,,

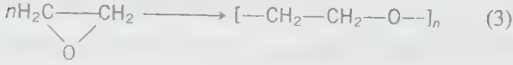
“எங்.” குணகம் என்பது நீட்சித் தகைவிற்கும் (tensile stress) நீட்சித் திரிபுக்கும் (tensile strain) இடையிலான விகிதமாகும்.

கார்பன் சேர்த்து வலிவூட்டப்பட்ட எப்பாக்கி இழைகள் எஃகைவிட ஐந்து மடங்கு கூடுதல் விறைப்புத் தன்மை (stiffness) பெற்றிருப்பது அட்டவணையிலிருந்து தெரிகிறது. இத்தகைய வியத்தகு பண்புகளின் காரணமாக வலிவூட்டப் பட்ட ரெசின்கள் வானூர்திகளின் சில பகுதிகள், பேருந்துகள், பகுதிகள், படகுகளின் கட்டுமானப் பகுதிகள், ஏவுகணைகளில் உள்ள எந்திரக் கூடுகள் முதலியவற்றைச் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. ராணுவத்தாரை வானூர்திகள், போயிங் லாக்ரீட் போன்ற வணிக வானூர்திகளின் பகுதிகளை வடிவமைப்பதற்கும் வலிவூட்டப்பட்ட ரெசின்கள் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு கட்டப்பட்ட வானூர்திகளின் எடை அளவு குறைகிறது. எதிர்காலத்தில் வானூர்திகளின் 80% உறுப்புகள் கிராஃபைட் சேர்த்து வலிவூட்டப்பட்ட கலவையால் செய்யப்படும் எனலாம். இத்தகைய கிராஃபைட் கலவை தற்போது செயற்கைக் கோள்களில் பயன்படுகிறது. இத்தகைய பண்புகள் காரணமாக இக்கலவை விண்வெளியுக் கலவை எனச் சிறப்பாகக் குறிக்கப்படுகிறது.

கணிப்பொறிகளில் செய்திக்குறிப்புகளைச் சேமித்து வைக்கும் ஒளியியல் நினைவுச் சில்லுகள் (optical memory discs) எப்பாக்கி ரெசின்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. இது குறித்து ஜப்பானிலுள்ள சுமிடோமோ பேக்லைட் நிறுவனத்தில் ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப்பட்டுள்ளன. தற்போது கண்ணாடியாலான ஒளியியல் சில்லுகள் கணிப்பொறிகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இக்கண்ணாடிச் சில்லுகள் மிகை அடர்த்தியும் எளிதில் நொறுங்கும் இயல்பும் உடையவை. ஆனால் நெகிழிகளாலான சில்லுகள் எடை குறைந்த வையாயினும் உறுதியானவை. மேலும் இவற்றைப் பெருமளவில் விரைவிலும் எளிதிலும் உற்பத்தி செய்ய முடியும். இதனால் நெகிழி ஒளியியல் சில்லுகள் குறைந்த விலையில் கிடைக்கின்றன. எப்பாக்கி ரெசின்கள் எதிர்ப்புத் திறனும் சிறந்த ஒளியியல் பண்புகளும் பெற்றிருப்பதால் நினைவுச் சில்லுகள் தயாரிப்பதற்கு இந்த ரெசினை ஜப்பானியத் தொழில்நுட்ப வல்லுநர்கள் தேர்ந்தெடுத்துள்ளனர்.

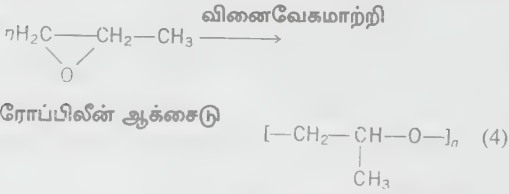
பாலிஓஃபீன் ஆக்சைடு ரெசின்கள். பாலிஎத்திலீன் ஆக்சைடும் பாலிபுரோப்பிலீன் ஆக்சைடும் இவ்வகை ரெசின்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழி வகையைச் சேர்ந்த இவற்றின் பண்புகள் மூலக்கூறு எடையைச் சார்ந்து மாறுபடுகின்றன. இவற்றைத் தயாரிக்கும் முறைகள் இங்குத் தரப்பட்டுள்ளன.



எத்திலின் ஆக்சைடு

பாலிஎத்திலின் ஆக்சைடு



புரோப்பிலின் ஆக்சைடு

பாலிபுரோப்பிலின்  
ஆக்சைடு

டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரான் போன்ற வளைய ஆக்சைடுகளும் பல்லுறுப்பாகிப் பாலி ஈதர்களைத் தருகின்றன.

குறைந்த, நடுத்தர மூலக்கூறு எடையுடைய பாலி எத்திலின் ஆக்சைடுகள் எண்ணெயாகவும் மெழுகு போன்ற திண்மமாகவும் கிடைக்கின்றன. இந்த ரெசின்கள் எளிதில் ஆவியாகாதவை; பல்வேறு கரைப்பான்களில் கரையக் கூடியவை. இவை தடிப்பாக்கும் காரணியாகவும் (thickening agent) நெகிழ்வுட்டியாகவும் (plasticizer) நெசவு இழைகளுக்கு மசகு பொருளாகவும் (lubricant) பயன்படுகின்றன. ஒப்பனைப் பொருள் (cosmetic), மேற்பரப்புப் பூச்சுகள் (coating) ஆகியவற்றில் இந்த ரெசின்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

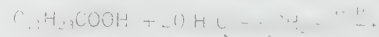
பாலி எத்திலின் ஆக்சைடுகளுடன் ஒப்பிடும்போது பாலிபுரோப்பிலின் ஆக்சைடுகள் நீரில் குறைந்த அளவு கரைகின்றன. ஆனால் எண்ணெயில் மிகையளவில் கரைகின்றன. அதாவது, பாலிபுரோப்பிலின் ஆக்சைடுகள் நீர் வெறுக்கும் பண்பும் (hydrophobic) பாலிஎத்திலின் ஆக்சைடுகள் நீர் விரும்பும் (hydrophilic) பண்பும் கொண்டிருக்கின்றன.

வெளிப்பரப்புடன் செயலாற்றும் பண்பு. ஒரு பொருளின் வெளிப்பரப்பின் பண்புகளைப் பெரிதும் பாதிக்கும் வினைப்பொருளைப் பரப்புச் சார்பு வினைக் காரணி (surface active agent) எனலாம். எடுத்துக் காட்டாக, சோப்பை நீரில் கரைப்பதால் நீரின் பரப்பு இழுவிசை (surface tension) குறைக்கப்படுகிறது. சோப்பு அழுக்கு நீக்கியாகச் செயற்படுவதற்கு இப்பணியே அடிப்படையாகும். பரப்புடன் செயற்படும் காரணிகளின்

மூலக்கூறின் ஒரு பகுதி கரைப்பான் விரும்பும் பண்புடையதாகவும், அதே மூலக்கூறுகளின் மறுபகுதி கரைப்பான் வெறுக்கும் பண்புடையதாகவும் உள்ளன. மசகிடல், நனைத்தல், நுரைத்தல், பால்மமாக்கல், அழுக்கு நீக்கல், நீர் ஓட்டாமை, நீர்க் காப்பிடல் போன்ற தொழில் சிறப்புடைய செயல்கள் அனைத்திலும் பரப்புடன் செயற்படும் காரணிகள் பங்கேற்கின்றன.

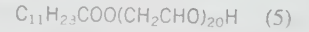
பரப்புடன் செயற்படும் காரணிகளை அயனியாகும் காரணிகள் என்றும், அயனியாகாக் காரணிகள் என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். மூலக்கூறு எடை மிகுந்த உயர் கொழுப்பு அமிலங்கள் சோடியம், பொட்டாசியம் உப்புகள் சோப்புகள் எனப்படுகின்றன. இவை அயனியாகும் காரணிகளாகும். அயனியாகாக் காரணிக்கு எடுத்துக்காட்டாகப் பாலி ஒலிஃபின் ஈதர் உள்ளது.

C<sub>11</sub>-C<sub>20</sub> கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கொழுப்பு அமிலத்தை 5-40 எண்ணிக்கையிலான எத்திலின் ஆக்சைடு மூலக்கூறுகளுடன் சேர்த்துக் குறுக்க வினைக்கு உட்படுத்தினால் பரப்பு வினைக் காரணிகளான பாலிஈதர்கள் கிடைக்கின்றன. இத்தகைய பாலிஈதர்களில் புரோப்பிலின் ஆக்சைடும் எத்திலின் ஆக்சைடும் கலந்த சகபல்லுறுப்பி (copolymer) வணிகச் சிறப்பு வாய்ந்ததாகும்.

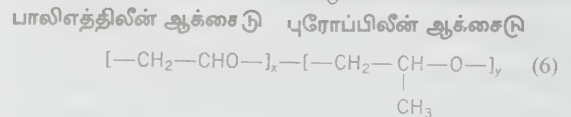
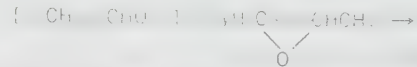


லாரிக் அமிலம்

எத்திலின் ஆக்சைடு



அயனியாகாத அழுக்கு நீக்கி



(X, Y இவற்றின் எண்ணிக்கை 10-100 உள்ளன.)

இவ்வகைச் சகபல்லுறுப்பிகளில் பாலி எத்திலின் தொகுதிகள் நீர் விரும்பும் பண்பும், பாலிபுரோப்பிலின் தொகுதிகள் நீர் வெறுக்கும் பண்பும் கொண்டுள்ளன.



இத்தகைய எதிரெதிர்ப்பண்பு காரணமாக, பரப்புச் சார்ந்து செயற்படுவதற்குத் தேவையான நீர் வெறுக்கும்- நீர் விரும்பும் செயலாக்கச் சமதிலையை இந்தப் பல்லுறுப்பி பெற்றுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பாலியூரித்தேன் மூலக்கூறை அடிப்படையாகக் கொண்ட நுரை ரப்பர் தயாரிக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் அதற்கான தொடக்கப் பல்லுறுப்பிகள் (prepolymer) தயாரிக்கப் பாலி புரோப்பிலின் ஆக்சைடுகள் பயன்படுகின்றன.

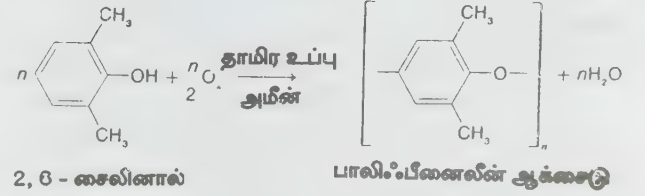
கூடுதல் மூலக்கூறு எடையும் படிச இயல்பும் கொண்ட பாலிபுரோப்பிலின் ஆக்சைடுகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் உருகுதலை 74°C வரை உள்ளது. இந்தப் பல்லுறுப்பிகள் தயாரிப்பதற்கு மூன்று வகை வினைவேக மாற்றிகள் பயன்படுகின்றன. திண்மப் பொட்டாசியம் ஒரு வகை; ஃபெர்ரிக் அயனி அல்லது ஸ்டானிக் குளோரைடின் அணைவுச் சேர்மங்களோடு புரோப்பிலின் ஆக்சைடு சேர்ந்த கலவை இரண்டாம் வகை; அலுமினியம் டிரைஎத்தில் போன்ற உலோகச் சேர்மங்கள் மூன்றாம் வகையாகும்.

ஒளிச்சுழற்சி இயல்புடைய புரோப்பிலின் ஆக்சைடைப் பயன்படுத்த ஒளிச்சுழற்சித் தன்மையான பல்லுறுப்பிகளைத் தயாரிக்கலாம்.

ஃபினாக்சி ரெசின்கள். இந்த ரெசின்கள் வலிவானவை. ஒளி ஊடுருவும் இயல்பு, கம்பிகளாக நீட்டிக்கப்படும் தன்மை, உருக்குலைவு எதிர்ப்புத்திறன் (resistance to creep) ஆகியவற்றையும் இவை கொண்டுள்ளன. இப்பண்புகளில் இவை பால்கார்போனேட்டுகளை ஒத்துள்ளன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் (-OH) வினைபுரியக்கூடிய பதப்படுத்தும் காரணிகளைச் சேர்த்துக் குறுக்கிணைப்புப் பல்லுறுப்பிகளைத் தயாரிக்கலாம். ஃபினாக்சி ரெசின்களை வடிவமைப்பதற்குப் பிரிதல் முறை (extrusion) பொருத்தமானது. ஊதி உருக் கொடுக்கும் முறை மூலம் (blow moulding) இந்த ரெசின்களிலிருந்து குப்பிகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. உலோகக் காப்பு பூச்சுக் (metal primer) கலவையில் இவை சேர்க்கப்படுகின்றன.

பாலிஃபினைலின் ஆக்சைடு ரெசின்கள். பொறியியல் சார்புடைய நெகிழிகளுக்குப் பாலிஃபினைலின் ஆக்சைடு ரெசின்கள் தொடக்கப் பொருள்களாக அமைந்துள்ளன. வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படாமை, வெப்ப எதிர்ப்புத் திறன், உருவளவு மாறாத்ன்மை (dimensional stability) முதலியன சிறப்பியல்புகளாகும். ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த 2, 6 சைலினால் சேர்ம மூலக்கூறுகள் இணைவதன் மூலம் பாலிஃபினைலின் ஆக்சைடு பல்லுறுப்பி அ.க.15-16

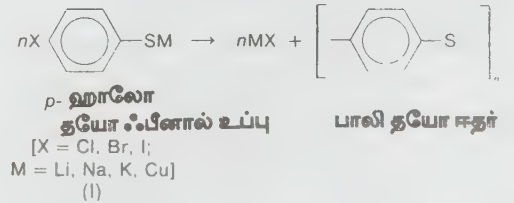
உண்டாகிறது. குப்ரஸ் உப்பும் ஏதேனும் ஓர் அமினும் சேர்ந்த கலவை வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.



பாலிஃபினைலின் ஆக்சைடு ரெசின் பாலிஸ்டைரீன் போன்ற விலை குறைந்த ரெசினுடன் சேர்க்கப்பட்டு நுட்பமான கலவைகள் (blends) தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்த நுட்பமான கலவைகள் விலை குறைவாக இருப்பதுடன் எளிதில் வடிவமைப்பதற்கும் ஏற்றவை.

நீருடன் ஒட்டாதிருக்கும் பண்பில் பாலி ஃபினைலின் ஆக்சைடு ரெசின்கள் சிறந்து விளங்குகின்றன. 170 - 300°C வரையுள்ள வெப்ப வரம்பிற்குள் இந்த ரெசினைப் பயன்படுத்தலாம். சாதாரண ரெசினும் கண்ணாடி சேர்த்து வலிவூட்டப்பட்ட பல்லுறுப்பிக் கலவையும் வெவ்வேறு முறைகளான வார்ப்பு முறையிலும் பிழிதல் முறையிலும் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. மருத்துவக் கருவி இறைப்பியின் பகுதி, மின்காப்புப் பொருள் முதலியவற்றைச் செய்வதற்கு இந்த ரெசின் பயன்படுகிறது.

பாலிஃபினைலின் சல்ஃபைடுகள். பாலிஃபினைலின் ஆக்சைடுகளைப் போன்று பாலிஃபினைலின் சல்ஃபைடுகள் என்னும் பாலிதயோ ஈதர்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாரா-டைகுளோரோ பென்சின் சேர்மம் முனைதிறன் கொண்ட கரைப்பான் ஊடகத்தில் சோடியம் சல்ஃபைடுடன் வினைபுரிந்து கிளைச்சங்கிலி அமைப்புடைய பாலிதயோ ஈதரைத் தருகிறது. பாரா-ஹாலோதயோ ஃபினால்களின் உப்புகள் பல்லுறுப்பி யாகும்போதும் பாலிதயோ ஈதர்கள் உண்டாகின்றன.

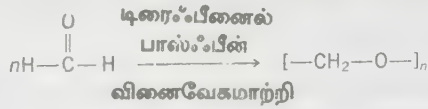


பாலிதயோ ஈதர்கள் பல்லுறுப்புச் சங்கியியின் வேதிப்பிணைப்புகளும் வெப்பதலைப்புத் தன்மைமிகுமையு

வளைய கந்தகப் பிணைப்புகளும் உள்ளன. இவ்வாறான வலிவான பிணைப்புகள் உள்ளதால் பாலிதயோ ஈதர்கள் உயர் உருகுதலை ( $290^{\circ}\text{C}$ ), தீப்பற்றாத்தன்மை, வேதிப் பொருள் களால் பாதிக்கப்படாமை முதலிய பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. நுண்துளை வழியாகச் செலுத்தி வார்த்தல் (injection moulding), அழுத்தி வார்த்தல் (compression moulding) முதலிய முறைகளின் மூலம் இந்த ரெசின் வடிவமைக்கப்படுகிறது. கண்ணாடி இழையுடன் சேர்த்து வலிவூட்டப்பட்ட பல்லுறுப்பு கலவைகளும் தயாரிக்கப் பட்டுள்ளன. பின்னணு இறைப்பியும் தானியங்கு ஊர்திகளின் பகுதியும் செய்வதற்கு இது பயன்படுகிறது. சுற்றுப்புறச் சூழலிருந்து பாதுகாப்பளிக்கும் பூச்சுகளின் தயாரிப்பிலும் இந்த ரெசின்கள் இன்றியமையாதவை.

பாலிஆக்சிமெத்திலீன் ரெசின்கள். ஃபார்மால்டி ஹைடு சேர்மத்தின் பல்லுறுப்பிகளான இவை பாலிஅசெட்டால் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை உயர்மூலக்கூறு எடையும் தரமான படிசுமராகும் தன்மையும் கொண்டவை. வலிமையுடைய முறிவை எதிர்க்கும் திறனும் கொண்ட இந்த ரெசின்கள் பொறியியல் சார்ந்த வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழிகளில் முதன்மை இடத்தைப் பெற்றுள்ளன.

இத்தகைய பல்லுறுப்பாக்கல் டிரைஃபீனைல் பாஸ்ஃபீன் போன்ற வினைவேக மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



தொடர்வினையில் ஈடுபடாது விடுபடும் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறுகள் சிதைவடைவதைத் தடுப்பதற்கு, சங்கிலித் தொடரின் கடைசியிலுள்ள தொகுதிகள் எஸ்ட்டராக மாற்றப்படுகின்றன. பல்லுறுப்பியாக்கலின்போது சிறிதளவு எத்திலீன் ஆக்சைடு அல்லது 1, 3 டைஆக்சலேன் சேர்ப்பதன் மூலமும் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறுகள் சிதைவதைத் தடுக்கலாம்.

பொதுவான மூலக்கூறு அமைப்பில் பாலி அசெட்டால்கள் பாலிஎத்திலீனை ஓத்துள்ளன. பாலி அசெட்டால் பல்லுறுப்பிகள் நெருக்கி அடைக்கப்பட்ட அமைப்பும் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே அதிக ஈர்ப்பு விசையும் கொண்டுள்ளன. இதனால் பாலி எத்திலீனை விட மிகைக் கடினத் தன்மையும் உயர் உருகுதலையும் கொண்டவைமாகப் பாலிஅசெட்டால் பல்லுறுப்பிகள் விளங்குகின்றன. வலிமை, உருகுநிலைவு அற்றிப்பற்றி

கரிம வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படாமை, குறைந்த உராய்வுக் குணகம் (low coefficient of friction) முதலியவை இவ்வகை ரெசின்களின் சிறப்பியல்புகளாகும். இந்த ரெசின்களுடன் கண்ணாடி இழை அல்லது பாலிடெட்ரா ஃபுளூரோ எத்திலீனுடன் சேர்ந்து வலிவூட்டப்பட்ட பல்லுறுப்பிக் கலவைகளும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஈயக்குழாய்களைப் பொருத்துவதற்கு இவ்வகை ரெசின்கள் பயன்படுகின்றன. எக்கி மற்றும் தடுப்பிதழ்ப் பகுதி (pump and valve components), பற்சக்கரம், தாங்கி முதலியவற்றைச் செய்வதற்கு இவை உதவுகின்றன. கணிப்பொறியின் சில பகுதி, தானியங்கு ஊர்திகளின் கட்டுமானப்பகுதி, வீட்டுப் பயன்பாட்டுக் கருவி ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும் பாலி ஆக்சி மெத்திலீன் ரெசின்கள் துணைபுரிகின்றன.

க. சேது

துணைநூல். Sybil Parker(Edr.), McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

## பாலி, உல்ஃப்காங்

அமெரிக்கக் குடியுரிமை பெற்ற இவர் ஆஸ்திரேலியாவில் பிறந்த இயற்பியலார் ஆவார். உல்ஃப்காங், பாலி வெயிலோ என்னுமிடத்தில் 1900 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் 25ஆம் நாள் பிறந்தார். பாலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவம் என்னும் கண்டுபிடிப்பிற்காக 1945ஆம் ஆண்டின் இயற்பியல் நோபல் பரிசு இவருக்கு அளிக்கப்பட்டது. ஓர் அணுவில் ஒரே ஆற்றல் மட்டத்தில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருக்க இயலாது என்பதே பாலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவம் ஆகும். இத்தத்துவம் குவாண்டம் கொள்கையைத் தொடர்புபடுத்தி அணுக்களின் பண்புகளை அறியப் பயன்படுகிறது.

பாலி 20ஆம் வயதில் சார்பியல் கொள்கையைப் பற்றிக் களஞ்சியத்திற்குள் கட்டுரை எழுதியுள்ளார். இவர் 1923-ல் ஹெம்பர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் விரிவுரைப்பாளராகப் பணியமர்த்தப்பட்டார். அப்போது இவர் நான்காம் குவாண்டம் எண்ணைக் (fourth quantum number) கண்டறிந்தார். இக்குவாண்டம் எண்ணின் மதிப்பு  $+1/2$  அல்லது  $-1/2$  ஆகும். இது எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் நிலைகளை விவரிக்க உதவும் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பின்னர் இவ்விரு மதிப்புகளும்



தற்கழற்சியின் இரு திசைகளைக் குறிப்பனவாகக் கண்டறியப்பட்டது. 1925இல் இவர் வெளியிட்ட தவிர்க்கைத் தத்துவம், தனிம வரிசை அட்டவணையின் அமைப்பைத் தெளிவாக்கியது. காண்க: தவிர்க்கைத் தத்துவம்.

1928 இல் பாலி, சூரிச்சிலுள்ள கூட்டரசுத் தொழில் நுட்பப் பயிலகத்தில் கோட்பாட்டு இயற்பியல் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டார். இரண்டாம் உலகப் போர் நடந்து கொண்டிருந்தபோது இவருடைய தலைமையில் இந்திறுவனம் மிகச் சிறந்த கோட்பாட்டு இயற்பியல் ஆய்வு மையமாகத் திகழ்ந்தது. 1920இல் அணுக் கருவிலிருந்து பீட்டாத் துகள் வெளி வருவது கண்டறியப்பட்டது. இந்திகழ்வில் பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலும் உந்தமும் குறைகின்றன. இங்கு அழிவினமை விதியில் மிகப் பெரிய முரண்பாடு ஏற்படுகிறது. 1931இல் ஆற்றல், உந்தம் ஆகியவற்றில் குறைபாடு ஏற்படக் காரணம் திறையற்ற துகள் ஒன்று அணுக்கருவிலிருந்து வெளியாவதே எனப் பாலி குறிப்பிட்டார். பின்னர் 1956இல் இத்துகள் நியூட்ரினோ (neutrino) எனக் கண்டறியப்பட்டது.

1940 இல் பாலி பிரின்செடாவிலுள்ள உயர் ஆய்வு மையத்தில் கோட்பாட்டு இயற்பியலாராகப் பொறுப்பேற்றார். 1946 இல் இவர் அமெரிக்கக் குடிமகனாக மாறினார். இரண்டாம் உலகப்போரைத் தொடர்ந்து இவர் சூரிச்சிற்கு வந்தார். பாலி, 1958ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 15 ஆம் நாள் சூரிச்சில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்

ஒரு நேர்கோட்டுச் சங்கிலித் தொடராக அல்ஃபாட்டிக் கரிமச் சேர்ம வடிவமைப்பில் இரண்டு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் வெவ்வேறு கார்பன் அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை கிளைக்கால்கள் எனப்படும். எ-டு: எத்திலீன் கிளைக்கால் ( $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$ ). இந்தக் கிளைக்காலின் தொடர் அடுக்கு மூலக்கூறுகளே பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்களாகும். பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்களின் பொதுவாய்பாடு  $\text{HO}(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n\text{H}$ . இதில்  $n$  என்பதன் மதிப்பு இரண்டு முதல் அளவற்றதாக இருக்கும். அனைத்துப் பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்களும் நீரில் கரையும் தன்மையன. இவை அனைத்தும் நிறமும் மணமும் அற்றவை. இவை பாகு நிலை நீர்மங்களாகவும், அ.க.15-16அ

மெழுகு போன்ற நெகிழ் திண்மங்களாகவும் உள்ளன. பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்களை மூலக்கூறு நிறை அடிப்படையில் மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை குறைந்த மூலக்கூறு நிறை கொண்டவை, இடைப்பட்ட மூலக்கூறு நிறை கொண்டவை, உயர் மூலக்கூறு நிறை கொண்டவை எனப்படும்.

குறைந்த மூலக்கூறு நிறை கிளைக்கால்கள். பொது வாய்பாடினுள்ள  $n$  மதிப்பு 2 கொண்ட டைஎத்திலீன் கிளைக்கால், மதிப்பு 3 கொண்ட டிரைஎத்திலீன் கிளைக்கால், மதிப்பு 4 கொண்ட டெட்ரா எத்திலீன் கிளைக்கால் ஆகியன இப்பிரிவைச் சேர்ந்தன. இவை தூய சேர்மங்களாகக் கிடைக்கின்றன. இயற்சை வளிமத்தில் காணப்படும் நீரை ஈர்த்துப் பிரிக்கும் உறிஞ்சியாகவும், துணித் தயாரிப்பில் உயவுப் பொருளாகவும், வெப்ப மாற்ற நீர்மமாகவும், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களைப் பிரித்தெடுக்க உதவும் கரைப்பானாகவும், பாலிஎஸ்ட்டர் ரெசின், நெகிழி போன்ற பொருள் தயாரிப்பில் இடைநிலைப் பொருள்களாகவும் இவை பயன்படுகின்றன.

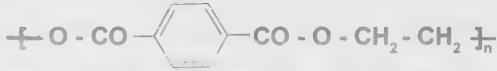
இடைப்பட்ட மூலக்கூறு நிறை பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்கள். இவ்வகைக் கிளைக்கால்களின் மூலக்கூறு நிறை 200 - 2000 இருக்கும். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடை வினையூக்கியாகக் கொண்டு எத்திலீன் ஆக்சைடை ஒற்றை மற்றும் இரட்டை எத்திலீன் கிளைக்கூலாக மாற்றும் வினையின்போது படிவுப் பொருளாக (residue) இவை பெறப்படுகின்றன. மற்றொரு முறையாக, அடுத்தடுத்த எதிர்மின் அயனி இணைவுப் பல்படியாதல் முறையிலும் இவை கிடைக்கின்றன. எனவே இவற்றின் மூலக்கூறு நிறைகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன. இவ்வகைக் கிளைக்கால்களிலிருந்து கிடைக்கும் சேர்மங்கள் பீங்கான் தயாரித்தல், உலோக உருவமைத்தல், ரப்பரைச் செயல்முறைக்கு உள்ளாக்கல், மருந்து மாத்திரைகளுக்கான உள்கரையும் பொருளாக்கல் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒப்பனைக் குழைவு (cream), கழுவு நீர்மம், உயவுப் பொருள் ஆகியவற்றிலும் இவை பயன்படுகின்றன. கெடுமணம் நீக்கும் பொருள் களாகவும் இவை உதவுகின்றன. கேசின், ஜெலாட்டின், மை ஆகியவற்றின் பரவல் ஊடுபொருள்களாகவும் பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால்கள் செயற்படுகின்றன. சீழ் நுண்ணுயிர்களைக் கொன்றழிக்கும் ஆற்றலை இவை கொண்டிருப்பதால் மருந்துப் பொருள்களில் பயன்படுகின்றன. மிகக் குறைந்த தடக்கத்தன்மையை இவை கொண்டுள்ளன.

உயர் மூலக்கூறு நிறை பாலிஎத்திலின் கிளைக்கால்கள். இவ்வகை பாலிஎத்திலின் கிளைக்கால்களை மூலக்கூறு நிறை ஒரு லட்சம் முதல் ஒரு கோடி வரை இருக்கும். அலுமினியம், கால்சியம், துத்தநாகம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களையும், ஈதர், நைட்ரைல், அமைடு போன்ற அணைவுறு ஈனிகளையும் (coordinated ligands) ஊடே செலுத்தவல்ல வினைபூக்கிகளால் ஏற்படும் எதிர் அயனிப் பல்லுறுப்பிகள் வினைகளால் இவை பெறப்படுகின்றன. பாய்ந்தோடும் தீரின் உராய்வைத் தடுக்கவல்ல இந்தக் கிளைக்கால்கள் குழாய்கள் அமைப்பில் மிகவும் இன்றியமையாதவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

இரா. விசுவநாதன்

### பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட்

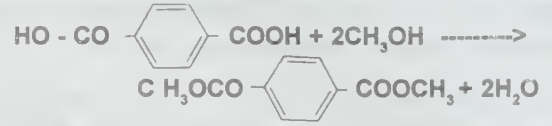
மிக வலிமை வாய்ந்ததும், வேதிப் பொருள்களால் எளிதில் தாக்கப்படாத இழைகளைக் கொண்டதும், மெல்லிய படலங்களை (films) உருவாக்கவல்லதும், பொதுச்சிறப்பு கொண்டதுமான அரோமாட்டிக் பாலிஎஸ்டர் வகையைச் சேர்ந்தது பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட் ஆகும். இதன் பொது வாய்பாடு



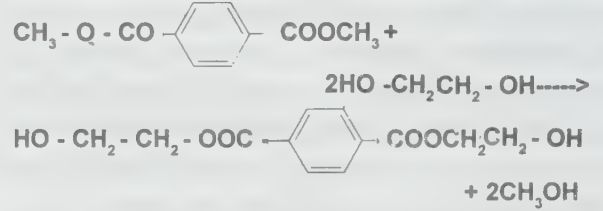
செயற்கைத் தொழில் இழைகளான பாலிஎஸ்டர் இழைகளில் பெரும் பகுதி பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட்டுகளே ஆகும்.

இப்பல்லுறுப்பித் தயாரிப்பு பல படிகளில் செயலாக்கப் படுகிறது. தேவையான மூலப் பொருள்களாக எத்திலின், மெத்தில் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றுடன் பாரா - சைலின் அல்லது பாரா-சைமீன் அல்லது பாரா டை அல்கைல் பென்சீன்களை வினைப்படுத்தினால் பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட் கிடைக்கும். எத்திலினை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் எத்திலின் கிளைக்காலும், பாரா - டைஅல்கைல் பென்சீன்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் டெரிப்தாலிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன. டெரிப்தாலிக் அமிலம் தீரில் எளிதில் கரையாது. இதன் உருகுநிலையும் மிகுதி. இப்பண்புகளால் இதனைத் தூய்மைப்படுத்துவது கடினம். எனினும் இந்த ஈரமிலத்தின் (dicarboxylic acid) டைமெத்தில் எஸ்டரைப் படிக்காமாக்கல் அல்லது காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் எளிதில் தூய்மைப்படுத்த முடியும்.

டெரிப்தாலிக் அமிலத்தை மெத்தில் ஆல்கஹாலுடன் எஸ்டர் உருவாக்க வினையில் ஈடுபடுத்தினால் டைமெத்தில் டெரிப்தாலேட் கிடைக்கிறது.



இந்த டைமெத்தில் டெரிப்தாலேட்டை எத்திலின் கிளைக்காலுடன் வினைவேகமாற்றியின் முன்னிலையில் வெப்பப்படுத்தினால் டைஎத்திலின் கிளைக்கால் டெரிப்தாலேட் கிடைக்கிறது.



டைஎத்திலின் கிளைக்கால் டெரிப்தாலேட் கரும் வெப்பமும் உயர் அழுத்தமும் வலிமையும் பொருந்திய உலையில் வெற்றிட நிலையில் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. வினையின்போது உருவாகும் மெத்தில் ஆல்கஹால், எஞ்சிய எத்திலின் கிளைக்கால், குறைந்த மூலக்கூறு நிறையுடைய பல்லுறுப்பிகள் நீக்கப்படுகின்றன. உலையிலிருந்து பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட் உருகுநிலையில் வெளிப்படுகிறது. இந்த உயர் வெப்பநிலை விரைவாக அதன் கண்ணாடி மாறு வெப்பநிலைக்குக் (glass transition temperature) குறைக்கப்படுகிறது. இப்போது உயர் மூலக்கூறு நிறை கொண்ட பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட் படிக்கமற்ற (amorphous) நிலையில் கிடைக்கிறது. இதை மீண்டும் வெப்பப்படுத்திக் குளிர்ச் செய்தால் எளிதில் படிக்கமற்றது எனவே இதனை உருக்கித் திரிக்கப்பட்டது என்பர்.

பண்புகள். இதன் உருகுநிலை 265°C. இதன் கண்ணாடி மாறு வெப்பநிலைப் புள்ளியும் மிகுதி. எனவே 175°C அளவுக்கு உயர்வெப்பநிலையில் இயங்கும் எந்திரப் பொறிகளில் பயன்படுத்தப்படும் வார் செய்ய இந்த இழைகள் உதவுகின்றன. மற்றொரு செயற்கை இழையான நைலானைப் போன்று இது கரைப்பான்களில் எளிதில் கரைவதில்லை. வேதிப் பொருள்களால் இது பெரும்பாலும் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இந்த இழை பூசணக் காளான், பாச்சை போன்றவற்றால் அழிவறுவதில்லை.



பயன். குறைவான ஈரத்தை ஈர்க்கும் பண்பு, கசங்காத தன்மை, கையாளுதலில் எளிமை ஆகியன இதன் பயன்பாடுகளுக்குக் காரணம். இதன் மூலக்கூறுகள் விறைப்பான சங்கிலித் தொடர் அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதும், இத்தொடர்களுக்கு இடையேயான பிணைப்பு, ஈரத்தால் பாதிக்கப்படாமையுமே இத்தகைய பண்புகளுக்கு அடிப்படைக் காரணங்களாகும். தனித்த நிலையில் இந்த இழைகள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. பருத்தி, கம்பளி, இழைகளுடன் இணைத்துக் கோடை காலத்திற்கு ஏற்பவும், பிற பருவக் காலங்களுக்கு ஏற்பவும் பல வகையான துணிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்தத் துணிகளை விரைவில் நனைத்து உலர்த்தி அணிந்து கொள்ளமுடியும். ஆனால் இந்த இழைகளுக்குக் கம்பளியைப் போன்று மென்மையான பண்புகள் அல்லது மொறுமொறுப்பான பண்புகள் இல்லை. எனினும் இழைகளை ஒருமுகப்படுத்துதல் மூலமாகவும் படிக்கங்கள் உருவாகும்போது அமைக்கும் கட்டுப்பாடுகள் மூலமாகவும் இந்தப் பண்புகளைப் பெறலாம். இதைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் படலங்களின் விறைப்பாற்றல் (tensile strength) செல்ஃபேன் மற்றும் செல்லுலோஸ் அசெட்டேட் படலங்களின் விறைப்பாற்றலை விட இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு மிகுதி. இதன் விறைப்பாற்றல் மெல்லியான எஃகின் விறைப்பாற்றலுக்குச் சமமாக இருக்கிறது.

பாலிஎத்திலீன் டெரிப்தாலேட்டைப் பயன்படுத்திப் பாய்மரத் துணி, கப்பலில் பயன்படுத்தும் கயிறுகள், எளிதில் உடையாத மதுபானக் குப்பி, சரக்குப் பொருள்களைப் பாதுகாப்பாகக் கட்டுவிக்கும் பொருள் (packing material), புகைப்படப் படலம், மின்மாற்றி, மின்சாரம் தேக்கும் கலன் (capacitor) போன்றவற்றைத் தயாரிக்கின்றனர்.

1, 4-வளைய ஹெக்சலீன் சார்ந்த கிளைக்காலைப் பயன்படுத்தி படலம், இழை ஆகியன தயாரிக்கப் படுகின்றன. புதிய வகை அரோமாட்டிக் பாலி எஸ்ட்டர்களில் பாலியியூட்டிலீன் டெரிப்தாலேட்டும் அடங்கும். வார்ப்பு முறை மூலமாகவோ, நுண்துளை வழி வெளித் தள்ளும் முறை மூலமாகவோ பல பொருள்களைப் பெறலாம். கண்ணாடி இழைகள் அல்லது களிம நிரப்பிகள் (mineral fillers) ஆகியவற்றுடன் இது சேர்க்கப்படும் போது வலிவூட்டப்படுகிறது. வாகன எந்திரங்கள் போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் உலோகக் கருவி மற்றும் வெப்ப இறுக்க ரெசினுக்கு மாற்றாக அவற்றின் இடத்தை இது பெறுகிறது.

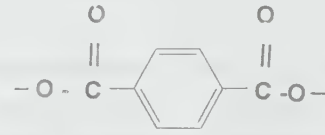
பாரா-ஹைட்ராக்சி பென்சோயிக் அமிலம், ஐசோதாலிக் அமிலம், பிஸ்ஃபீனால் - A ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட பாலிஎஸ்ட்டர்களும் இப்போது பயன்பாட்டில் உள்ளன.

இரா. விசுவநாதன்

துணைநூல். F.W. Billmeyer, Jr., Text book of Polymer Science, Second Edition, 1971.

## பாலிஎஸ்ட்டர் இழை

பாலி எஸ்ட்டர் சேர்மம் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் செயற்கைப் பொருளாகும். குறைந்தது 85% ஓர் அரோமாட்டிக் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தின் எஸ்ட்டரை உள்ளடக்கிய பாலி எஸ்ட்டர் இழையைப் பொதுவாகப் பாலி எஸ்ட்டர் இழை எனக் குறிப்பிடுதல் வழக்கம்.



என்னும் வாய்பாடு கொண்ட டெரிப்தாலேட் எனும் எஸ்ட்டர் கூறுகளோ, பல்வேறு வகையில் பதிலீடு செய்யப்பட்ட அரோமாட்டிக் டைகார்பாக்சிலிக் எஸ்ட்டர் கூறுகளோ இடம் பெறும் இழை இவ்வகையில் முதன்மையானதாகும். இது உயர் பல்லுறுப்புகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. காற்று, நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் போன்றவற்றிலுள்ள வேதிச் சேர்மங்களைப் பயன்படுத்தி இது தயாரிக்கப்படுகிறது. இதற்கு மூலமான உயர் பல்லுறுப்பிச் சேர்மங்கள் ஆல்கஹால்களைக் களிம அமிலங்கள் அல்லது ஹைட்ராக்சி அமிலங்களுடன் நீர் நீக்கிக் குறுக்க (condensation) மூலம் பெறப்படுகின்றன. இத்தகைய வினை பல்லுறுப்பிகளில் உயர் மூலக்கூறுகளை இணைக்கும் சங்கிலிகளாக எஸ்ட்டர் தொகுதிகள் அமைகின்றன. இதைத் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூலப்பொருள்கள் எத்திலீன் கிளைக்கால், மெத்தில், ஆல்கஹால், பாரா-சைலீன் முதலியனவாகும். முதலில் பாரா-சைலீன் சேர்மம் ஆக்சிஜனேற்ற வினையால் டெரிப்தாலிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் இது மெத்தில் ஆல்கஹாலுடன் எஸ்ட்டர் வினைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் உருவாகும் எஸ்ட்டர் சேர்மம்

டைமெத்தில் டெரிப்தாலேட் ஆகும். டைமெத்தில் டெரிப்தாலேட்டும் எத்திலீன் கிளைக்காலும் பல நீர் மூலக்கூறுகளை நீக்கிக் குறுக்குவதன் மூலம் பாலிஎஸ்ட்டர் கிடைக்கிறது. இவ்விரு வினைப் பொருள்களும் மிகவும் தூய நிலையில் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். சிறிதளவு மாசுகூட இழைகளை நிறம் கொண்டவையாகவும், வலிவற்ற வையாகவும் மாற்றிவிடும். குறிப்பாகப் பல இணைதிறன் (polyvalent) கொண்ட உலோகங்கள் கூடுதலான பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். பாலிஎத்திலீன் டெரிப்தாலேட்டின் தயாரிப்பு இரண்டு நிலைகளைக் கொண்டது. ஆல்கஹாலினாற் பகுப்பு (alcoholysis) என்னும் முதல் நிலை, சேர்மத்தை ஆல்கஹாலுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடித்தலின் மூலம் நிறைவேறுகிறது. இரண்டாம் நிலை சங்கிலித் தொடர் அமைவதாகும். எத்திலீன் கிளைக்கால் குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் நீர் மூலக்கூறுகள் நீக்கப்படுகின்றன. வினைவேகத்தை அதிகரிக்கவும், கையாளும் வண்ணத்திற்குப் பல்லுறுப்பியை ஏற்றதாகவும் செய்ய இந்த வினை உயர் வெப்ப நிலையில் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

தயாரிப்பு. பாலி எஸ்ட்டர் இழைகளைத் தயாரிப்பதற்கு வித்திட்டவர் டபிள்யூ.ஹெச். காரோதார்ஸ் ஆவார். பாலி அமைடுகளை (குறிப்பாக நைலானை) முதன்முதலாகத் தயாரித்த கரோதார்சின் ஆய்வுகளுள் பாலிஎஸ்ட்டர் பற்றியது அடங்கும். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு வின்ஃபீல்டு, டிக்சன், பொர்ட்விசில், ரிட்சி ஆகிய நான்கு வேதியியலார் பாலி எஸ்ட்டர் இழையைத் தயாரித்து டெரிலீன் எனப் பெயரிட்டனர். 1946ஆம் ஆண்டு டூபாண்ட் என்னும் நிறுவனம் பாலி எஸ்ட்டர் இழைத் தயாரிப்புக்கான உரிமைப் பட்டயத்தை வாங்கி, அவ்விழைக்கு டெக்ரான் (dacron) எனப் பெயரிட்டு, 1951 இல் இழைத் தயாரிப்பைத் தொடங்கியது. அதன் பின்பு பல நிறுவனங்கள் மாறுபட்ட இழை வகைகளைத் தயாரித்துள்ளன. இழைகளின் அடிப்படை வேதிப்பொருள்களிலும் பலவகை உருவாயின. எனினும் பாலி எத்திலீன் டெரிதாலேட் (PET), பாலி -1, 4, வளைய ஹெக்ஸீன்-டை மெதிலீன் டெரிதாலேட் (PDCT) ஆகிய இரு பொருள்கள் மட்டுமே பெருவாரியான பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளுக்கு அடிப்படையாகியுள்ளன.

PET பாலி எஸ்ட்டர் தயாரிப்பு நைலான் எனும் பாலி அமைடு தயாரிப்பை ஒத்தது. பெட்ரோலிய எண்ணெயிலிருந்து பெறப்படும் எத்திலீனை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து எத்திலீன் கிளைக்கால் எனும் டைஹைட்ரிக் ஆல்கஹாலைத் தயாரித்தல் முதல் கட்டமாகும். கிளைக்கால் டெரிதாலிக் அமிலத்துடன்

அழுத்தக் கலத்தில் உயர் வெப்பநிலையில் வினைபடுத்தப் பட்டுப் பாலி எஸ்ட்டராக்கப்படுகிறது. தெளிந்த நிறமற்ற நீர்மமாகப் பெறப்படும் பாலி எஸ்ட்டர் மெல்லிய நாடாக்களாகக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. இந்நாடா சிறுசிறு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டு, உலர்த்தப்படுகிறது. இப்பிசின் துண்டுகள் உருக்கப்பட்டு, ஆக்சிஜனேற்ற சூழ் கலத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. பின்பு, பாகுதன்மை மிகுந்த இந்நீர்மம் நுண்துளை முகப்பு வாயிலாகப் பிழிந்து வார்க்கப்பட்டு விரும்பப்படும் இழை வடிவில் நூற்கப் படுகின்றன. நுண்துளை முகப்பின் (spinnert) வடிவம் உருண்டையாகவோ, முப்பட்டைக் கோளமாகவோ (trilobal), அறுகோணக் கோளமாகவோ (hexalobal) அமைக்கப்பட்டு, இழையின் ஒளிபுகவிடா இயல்பு, பளபளப்புக் கூடல் அல்லது குறைத்தல், வழவழப்பு ஏற்றம் ஆகியவற்றை நிகழ்த்தலாம். துளை முகப்பிலிருந்து வெளிவரும் இழையைச் சக்கரத்தின் (godet) துணைகொண்டு 5 மடங்கு நீட்டலாம். பொதுவாக, மிக மெல்லிய PET கம்பி இழைகள் (filaments) சூடான நிலையில் நீட்டப்படுகின்றன.

பிற தொகுப்பு இழை வகைகளைப் போன்றே PET இழைகளும் இழைக்கம்பி நூல்களாகவும் (filament yarns), யாப்பு நூல்களாகவும் (texturised yarns), நூற்பு நூல்களாகவும் (spun yarns) வளையத்தக்கவை. நூலைப் பின்வரும் முறைகளில் பண்பேற்றம் செய்யலாம். அவை: திலை மின்னேற்றச் சேர்க்கைத் தடுப்பு, அழுத்த மெருகேற்றம் (calendering), அழுத்த வழிச் சுருக்கமகற்றும் எழும்பிய அச்சிடும் முறை (embossing), பரிமாண நிலைப்பு நாடி வெப்பத்தினால் மெருகேற்றல் (heat setting), நீர் மற்றும் அழுக்கு விலக்கப்பண்பு ஏற்றம் என்பன.

பாலி எஸ்ட்டர் இழைகள் நீள்வலிமை மிக்கவை; மீள்தன்மை குறைவாக அமையப்பெற்றவை; நெகிழ்ச்சி கொண்டவை (resilient), துவளுமை (drapability) அமையப் பெற்றவை; பிற தொகுப்பு இழைகளைவிட வெப்பங்கடத்துத் திறன் கூடுதலாக அமைந்தவை. ஒருபுறம் பருத்தி, லினன், ரேயான் ஆகியவற்றைவிடக் கூடுதலாகவும் மறுபுறம் பட்டு, கம்பளி, அக்ரிலிக் ஆகியவற்றைவிடக் குறைவாகவும் கதகதப்பைத் தரவல்லவை. எனினும், இழையின் அகவடிவைப் பொறுத்து வெப்ப ஏற்புத்திறன் மாறும். நீரை உறிஞ்சும் தன்மை மிக மிகக் குறைவாகும். ஈரம் முழுதும் இழையின் புறப்பரப்பிலேயே தங்கிவிடுவதால் மழைக்கோட்டுத் தயாரிப்புக்குப் பாலி எஸ்ட்டர் இழைகள் சிறந்தவை. சூழ் வெளி ஈரத்தையும் வேர்வையையும் உறிஞ்சுவதில்லையாதலால்



ஈரப்பதம் மிகுந்த தட்பவெப்பத்தில் பாலி எஸ்ட்டர் துணிகள் அணிவதற்கு ஏற்றவையாக இருப்பதில்லை. பாலி எஸ்ட்டர் இழையினாலான துணிகள் வழுவழப்பாக இருப்பதாலும் ஈரத்தை உறிஞ்சுவதில்லையாதலாலும் துணியின்மீது படும் கறைகள் ஊடுருவாமல் புறப்பரப்பில் தங்கிவிடுகின்றன; எனவே, எளிதில் அகற்றவல்லன. வீட்டில் பயன்படும் சலவைத்தாளில் இடம் பெறும் நிறநீக்கப் பொருள்கள் பாலிஎஸ்ட்டரைப் பாதிப்பதில்லை. இழைத் தயாரிப்புக் கட்டத்திலேயே பளபளப்பூட்டும் பொருளைச் சேர்ப்பதால் நிற நீக்கிகளைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்கலாம். அந்துப்பூச்சி போன்ற துணி தின்னும் பூச்சிகள் பாலி எஸ்ட்டரைத் தாக்குவதில்லை. நீர்த்த கனிம அமிலக் கரைசல்கள் பாலி எஸ்ட்டர் இழையைப் பாதிப்பதில்லை. காரக் கரைசல்கள் அறை வெப்பநிலையில் இவ்வகை இழையைத் தாக்குவதில்லை. எந்தச் சாய வகையைக் கொண்டும் பாலி எஸ்ட்டர் இழைகளைச் சாயமேற்றலாம். அம்மோனியா, பெர்குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரைப்பான்களைக் கொண்டு இழை - சாய வினைகளை ஊக்குவிக்கலாம். நீரில் கரையாத சாயங்கள் பெயர்ந்து உதிர்ந்துவிடும்.

பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகள் பிற இயற்கை மற்றும் தொகுப்பு வழி இழைகளுடன் கலக்கவல்லன. பாலி எஸ்ட்டர் - பருத்திக் கலப்பு இழைகள் புகழ்பெற்றவை. 65% - பாலிஎஸ்ட்டர், 35% - பருத்திக் கலவை இழைகள் சுருக்கமுறாதவை. இக்கலப்பின வகையில் நீர் உறிஞ்சும் தன்மையைப் பருத்தியும் பரிமாண நிலைப்பினைப் பாலி எஸ்ட்டரும் அளிக்கின்றன. 50/50 கலப்பின இயைபிலிருந்து 80/20 வரை இழைகள் விற்கப் படுகின்றன. 65/35 பாலிஎஸ்ட்டர் - கம்பளி கலப்பின இழைகள் எடை குறைவானவை; துவளுமை, மீட்சிமை, தேய்மான எதிர்ப்பு ஆகிய பண்புகளை ஏற்ற அளவில் கொண்டவை. 65/35 பாலி எஸ்ட்டர் - ரேயான் கலவையும் பெரிதும் விரும்பப்படும். நைலானில் வலிவையும் பாலி எஸ்ட்டரின் சுருக்க எதிர்ப்புத் தன்மையையும் ஒருங்கே பெறும் முயற்சியாக இவ்விரண்டு இழைவகைகளையும் கலக்கும் வழக்கம் தோன்றியது.

இதன் விளைவாக நிலைப்புத்தன்மை, எளிதில் சலவை செய்தல், விரைவில் உலர்த்துதல், பூச்சு எதிர்ப்பு ஆகிய பண்புகள் ஒருங்கே பெறப்படுகின்றன.

இவை சிறந்த கெட்டித்தன்மையும் (tenacity), நீட்சித் தன்மையும் (elongation) பெற்றிருக்கின்றன. இவ்விழைகள் வெண்மையானவை. இழையின் பளபளப்புத் தன்மையைக் குறைப்பதற்காகச் சேர்க்கப்படும் நிறமியின் அளவுக்கு ஏற்ப, பளபளப்போடு கூடிய ஒளி ஊடுருவும் தன்மை முதல் ஒளி புகாத தன்மை வரையிலான பல வகை அமைப்புகள் இதில் காணப்படும். இவ்விழைகள் மென்மையான புறப்பரப்பும், ஒரே சீராக இழை அமைவதற்கான அடிப்படையாக வட்டமான குறுக்குவெட்டுத் தோற்றமும் கொண்டிருக்கின்றன.

இவ்விழைகள் சூடான மெட்டா - கிரசால், டிரைஃபுளூரோஅசெட்டிக் அமிலம் ( $F_3COOH$ ) போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும். நீர், ஆல்கஹால், சலவைச் சேர்மம், உலர் சலவைக் கரைப்பான், கீட்டோன், இயற்கை மற்றும் செயற்கைச் சோப்பு, வலிமை குறைந்த அமிலம், காரம் ஆகியவற்றால் பாதிப்படைவதில்லை.

நிரந்தர மடிப்புக் கொண்ட ஆடை, உள்ளாடை, திரைச்சீலை, சீருடை, குளிர் காக்கும் கம்பளி, காலுறை, தைக்கும் நூல், சுமை ஏந்திச் செல்லும் பட்டை (conveyor belt) கயிறுகள், தட்பவெப்பநிலைகளுக்கு ஆட்படாதவாறு கப்பலில் பயன்படும் கயிறு (cordage), தீயணைக்கப் பயன்படும் நெடுங்குழாய்கள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பாலி எஸ்ட்டர் இழைகள் பயன்படுகின்றன. இத்துணிகளைப் பூசணக் காளான்கள் தாக்குவதில்லை. இவ்விழைகளுடன் கண்ணாடி இழை, கல்நார் இழை, பிற செயற்கை வகை இழைகளை இணைத்து மேலும் வலிவூட்டப்பட்ட இழைகள் பெறப்படுகின்றன. இவை வியப்பூட்டும் மின் பண்புகளையும், குறைவான எடையையும் கொண்டிருந்தாலும் கூடுதல் உறுதியையும் பெற்று விளங்குகின்றன. இவ்வாறு வலிவூட்டப்பட்ட பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளைப் பயன்படுத்தி வானூர்தியின் சன்னல், மின்காப்பு, விசைப்படகு, பேருந்து, பயணப் பெட்டி, எந்திரப்பகுதி போன்றவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. பதிவுக்கருவி, கணிப்பான் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் காந்த நாடாக்களைத் தயாரிக்கப் பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகள் பயன்படுகின்றன.

இரா. விசுவநாதன்

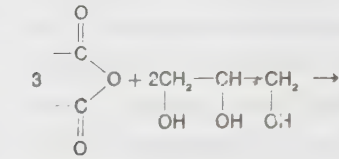
துணைநூல். மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன், நா. அய்யா சாமி, பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு ஓர் அறிமுகம், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974.

## பாலி எஸ்டர் ரெசின்

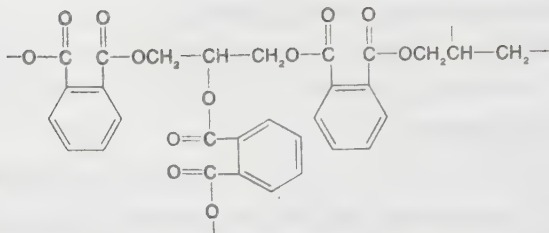
இவை வெப்பத்தால் இறுகும் நெகிழி வகையைச் சேர்ந்தவை. இந்தப் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறின் முதன்மைச் சங்கிலிகள் எஸ்டர் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன.

அலிபாட்டிக் எஸ்டர்கள் மென்மையானவை; அரோமாட்டிக் எஸ்டர்கள் கடினத்தன்மையும் நொறுங்கும் இயல்பும் உடையவை. குறுக்கிணைப்பு (cross linking), படிமாதல், நெகிழ்வூட்டி (plasticizer) கலப்பு முதலியன மேற்கூறிய இருவகைப் பாலி எஸ்டர்களின் பண்புகளையும் மாற்றியமைக்கின்றன. பின்வரும் பொருள்களாகப் பாலிஎஸ்டர் ரெசின்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

**அல்கைடுகள்.** இவை வண்ணப்பூச்சு, மெருகு பூச்சு தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. முதலாம் உலகப் போர்க் காலத்திலிருந்தே இவை பூச்சாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ளன. தாலிக் நீரிலியும் கிளிசராலும் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் பல்லுறுப்பியுடன் நிறமியைக் (pigment) கலந்து பூச்சாகப் பயன்படுத்தலாம். வினைப் பொருள்களில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வினைத்தொகுதிகள் (functional groups) இருப்பதால் பல்லுறுப்பாக்கல் வினையின்போது குறுக்கிணைப்புப் பல்லுறுப்பி உண்டாகிறது.



தாலிக் நீரிலி      கிளிசரால்



குறுக்கிணைப்புடைய அல்கைடு ரெசின்

ஒற்றை ஹைட்ராக்சில் தொகுதி கொண்ட ஆல்கஹால்களையும் ஒற்றைக் கார்பாக்சில் தொகுதி கொண்ட அமிலங்களையும் பல்லுறுப்பாக்கல் வினையின் போது தேவையான விகிதத்தில் கலப்பதால் கிடைக்கும் பல்லுறுப்பிகள் நெகிழ் தன்மையும் எளிதில் நொறுங்காத இயல்பும் கொண்டனவாக விளங்குகின்றன.

தாவர உலர் எண்ணெயுடன் அல்கைடு ரெசின்களைக் கலந்து பெரும்பாலான எண்ணெயில் கரையும் வண்ணப்பூச்சு தயாரிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஆமணக்கு எண்ணெய், லினோலிக் அமிலத்தின் கிளிசரால் எஸ்டர் ஆகியவற்றுடன் தேவையான விகிதத்தில் கிளிசராலையும் தாலிக் நீரிலியையும் கலந்து குடுபடுத்தும்போது எண்ணெயில் கரையும் பாலிஎஸ்டர் உண்டாகிறது. இந்தப் பாலிஎஸ்டருடன் அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன் கரைப்பான்களை மெலிவூட்டியாகவும் (thinner), கோபால்ட் ஆக்ட்டோயேட் என்னும் சேர்மத்தை உலர்த்தியாகவும் (drier) சேர்த்து, தேவையான நிறமியையும் கலந்து வண்ணப்பூச்சுத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த வண்ணக்கலவை காற்றின் முன்னிலையில் உலரும்போது, லினோலிக் எஸ்டரில் உள்ள நிறைவுறா டையீன் தொகுதிகள் பல்லுறுப்பாகின்றன. இந்தப் பல்லுறுப்பிகள் பாதுகாப்புக்கான மேற்பூச்சாக அமைகின்றன. வானிலை மாற்றங்களைத் தாங்கும் இயல்பு கொண்டதாகவும் விளங்கும்.

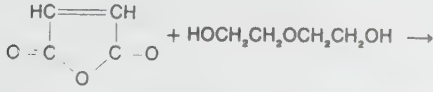
அல்கைடு ரெசின்கள் கொண்ட வண்ணப்பூச்சுத் தயாரிப்பின்போது வினைல் தொகுதி உள்ள ஸ்டைரின் போன்ற மூலக்கூறுகளைச் சேர்த்துப் பல்லுறுப்பாக்கலாம். இவ்வினையின்போது ஒரு பகுதி ஸ்டைரின் மூலக்கூறுகள் பல்லுறுப்பாகிப் பொருத்துப் பல்லுறுப்பியாகச் (graft polymer) செயல்படுகின்றன. இரண்டு ஓரினப் பல்லுறுப்புச் (homopolymer) சங்கிலிகளை வேதிப்பிணைப்பால் இணைக்கும் பல்லுறுப்பிக்குப் பொருத்துப் பல்லுறுப்பி என்று பெயர். வண்ணப்பூச்சு இறுதியில் உலரும்போது எஞ்சியுள்ள ஸ்டைரின் மூலக்கூறுகள் பல்லுறுப்பாகின்றன. குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய நீர்ம் அல்கைடு ரெசின்கள் நெகிழ்வூட்டியாகப் பாலிவினைல் குளோரைடு ரெசின்களுடன் சேர்க்கப்படுகின்றன.

நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்டர்கள். இவை நிறைவுறா அல்கைடுகள் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இரண்டாம் உலகப்போர் காலத்திலும் அதற்குப் பின்னும் இவ்வகைப் பாலிஎஸ்டர்களைத் தயாரித்தனர். இந்த ரெசின்களைக் கண்ணாடி இழையுடன் கலந்து வலிவூட்டிப் பொறியியல்



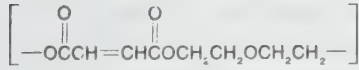
துறையில் பயன்படுத்துகின்றனர். மேற்கூரைகள் வேயவும், ரேடார் கருவிக்கான குவிந்த கரை (radar domes) அமைக்கவும், படகுகளின் உடற்பகுதி கட்டவும், கதவுப் பலகை செய்யவும், ராணுவ வீரர்களுக்குத் தேவையான பாதுகாப்புக் கவசம் செய்யவும் இவை பயன்படுகின்றன. கண்ணாடி இழை சேர்ந்து வலிவூட்டப்பட்ட இவ்வகையான பல்லுறுப்பு கலவை (polymeric composite) கட்டுமானப் பணிகளில் முதன்மை பெறுகிறது.

குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய நிறைவுறாப் பாலி எஸ்ட்டர் முதலில் தயாரிக்கப்படுகிறது. மலிக் நீரிலியும் டை எத்திலீன் கிளைக்காலும் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் பல்லுறுப்பி இவ்வகைப் பாலிஎஸ்ட்டருக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். 2000 - 4000 மூலக்கூறு நிறையுடைய இந்த ரெசின் பாகு நிலையிலான எண்ணெயாகும். ஃபியூமாரிக் அமிலத்தின் நீரிலியுடன் புரோப்பிலீன் கிளைக்காலால் வினைப்படுத்தியும் நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்ட்டர்களைத் தயாரிக்கலாம்.



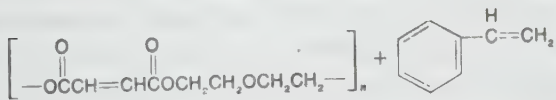
மலிக் நீரிலி

டை எத்திலீன் கிளைக்கால்



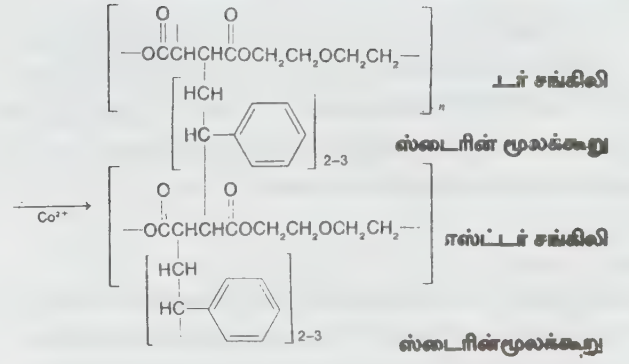
நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்ட்டர்

குறைந்த மூலக்கூறு நிறையுடைய நிறைவுறாப் பாலி எஸ்ட்டர்களை ஸ்டைரின் போன்ற வினைல் தொகுதி உள்ள மூலக்கூறுகளுடன் பெராக்சைடுகளின் முன்னிலையில் இணைப்பல்லுறுப்பாக்கலில் ஈடுபடுத்தலாம். இவ்வினையின் போது நிறைவுறா மலிக் தொகுதி ஸ்டைரின் மூலக்கூறுகளுடன் 1:2 அல்லது 1:3 என்னும் விகிதத்தில் இணைப் பல்லுறுப்பாக்கலில் ஈடுபடுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் பல்லுறுப்பியில் ஸ்டைரின் மூலக்கூறுகள் இரண்டு பாலிஎஸ்ட்டர் சங்கிலிகளை இணைத்துக் குறுக்கிணைப்பு அமைப்பைத் தருகின்றன.



நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்ட்டர்

ஸ்டைரின்



டர் சங்கிலி

ஸ்டைரின் மூலக்கூறு

எஸ்ட்டர் சங்கிலி

ஸ்டைரின்மூலக்கூறு

குறுக்கிணைப்பு அமைப்புடைய பாலிஎஸ்ட்டர்

வணிக முறையில் தயாரிக்கப்படும் நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்ட்டர்கள் அல்லது நிறைவுறா அலகுகளில் ஏறத்தாழ 30% ஸ்டைரின் உள்ளது. பெராக்சைடு வினைவேகமாற்றியின் முன்னிலையில் உலர்த்தியைச் சேர்த்துப் பல்லுறுப்பாக்கும்போது பாகுநிலையிலான நீர்மம் கிடைக்கிறது. பாகுநிலை ரெசின், கண்ணாடி இழை மீது பரப்பப்படுகிறது. ரெசின் நன்கு ஒட்டிக் கொள்ளும் வகையில் கண்ணாடியின் மேற்பரப்பு சொரசொரப்பான முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. வினைல் சிலேன் அல்லது கரிமக் குரோமிய அணைவுச் சேர்மம் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்பட்ட கண்ணாடி இழைகளின் மீது பாலிஎஸ்ட்டர் ரெசின்கள் எளிதில் ஒட்டிப் பற்றிக்கொள்கின்றன.

நீர்ம நிலையிலுள்ள சூடான ரெசின் நிலைமாற்றித் திண்மமாக இறும் முறையைப் பதப்படுத்துதல் (curing) என நெகிழித் தொழிலில் குறிப்பிடுகின்றனர். பொதுவாக ரெசனை வார்ப்புக்கு உட்படுத்தும்போது பதனமாதல் நிகழ்கிறது. நிறைவுறாப் பாலிஎஸ்ட்டர் தயாரிப்பின்போது உலர்த்தியைச் சேர்க்கவில்லையானால் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் பதனமாதலைத் தடுக்கிறது. இதனால் ரெசினின் உட்பகுதி கடினத்தன்மை அடைந்த போதிலும் மேற்பரப்பு மென்மையாகவே உள்ளது. பல்லுறுப்பாக்கல் வினையின்

போது கோபால்ட் நாப்த்தினைட் போன்ற உலர்த்தியைச் சேர்ப்பதால் மேற்பரப்பு உரிந்து உதிரும் தன்மை தவிர்க்கப்படுகிறது.

நிறைவுற்ற அலிஃபாட்டிக் பாலிஎஸ்ட்டர்கள். அடிப்பிக் அமிலம் போன்ற டைகார்பாக்சிலிக் அமிலங்களை டைஎத்திலின் கிளைக்கால் போன்ற டைஆல்களுடன் சேர்த்துப் பல்லுறுப்பாக்கும்போது நிறைவுற்ற அலிஃபாட்டிக் பாலி எஸ்ட்டர்கள் உண்டாகின்றன.

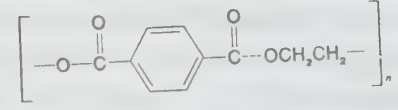
பாலியூரித்தேன் என்னும் நுரை ரப்பர் தயாரிக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் முன்னோடிப் பல்லுறுப்பிகள் (prepolymer) தயாரிக்க அலிஃபாட்டிக் பாலிஎஸ்ட்டர்கள் பயன்படுகின்றன. ஹெக்சா மெத்திலின் டை- ஐசயோனேட் சேர்மத்தை 1, 4 - மியூட்டேன் டையால் சேர்மத்துடன் கலத்து பல்லுறுப்பாக்கும் போது நேர்மின் இயல்புடைய இழைகளாகப் பாலியூரித்தேன் உண்டாகிறது.

நைலான் போன்ற பாலிஅமைடுகளை ஒத்துள்ள பாலியூரித்தேன் இழைகள் மிகு விலை காரணமாக நடைமுறையில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படவில்லை. எனவே தனித்த நிலையில் பாலியூரித்தேனைப் பயன்படுத்தாமல் அதனுடன் பாலிஎஸ்ட்டர்களைச் சேர்த்துப் பல்லுறுப்பாக்கி நெகிழ் தன்மையான இழைகளை உருவாக்குகின்றனர்.

பாலியூரித்தேன் ரப்பர் எனப்படும் இந்தப் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறில், நெகிழ் தன்மையான பாலிஎஸ்ட்டர்கள் அடங்கிய தொகுதியும் விறைப்பான யூரித்தேன் மூலக்கூறுகள் அடங்கிய தொகுதியும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன.

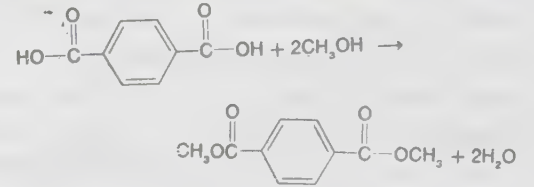
லாக்ட்டோன் வளையங்களைப் பிளப்பதன் மூலமும் நேர்மின் இயல்பான பாலிஎஸ்ட்டர்களைப் பெறமுடியும். பாலி - ε - அக்காப்ரோ லாக்ட்டோன் என்னும் பல்லுறுப்பி இவ்வகைப் பாலிஎஸ்ட்டருக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இந்தப் பல்லுறுப்பியும் பாலியூரித்தேன் தயாரிப்புத் தொழில்நுட்பத்தில் இடைநிலைச் சேர்மமாகப் பயன்படுகிறது. நெகிழ்வூட்டியாகவும் இது பாலிவினைல் குளோரைடுடன் சேர்க்கப்படுகிறது.

அரோமாட்டிக் பாலிஎஸ்ட்டர்கள். அரோமாட்டிக் பாலிஎஸ்ட்டர்களில் பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட்டுகள் முதன்மையானவை.

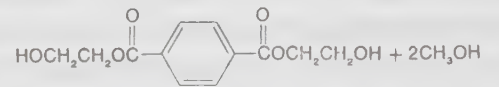
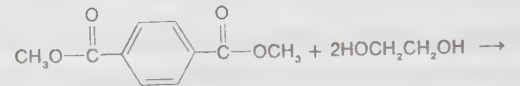


வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படாத வலிவான இழைகளையும் மென்படலங்களையும் (films) இவை தருகின்றன. அமெரிக்க, ஐரோப்பிய நாடுகளில் தயாரிக்கப்படும் பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளின் முதன்மைக் கூறாகப் பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட்டுகள் அமைந்துள்ளன.

பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட் தயாரிப்பு முறை பல நிலைகளைக் கொண்டது. முதலில் டெரிப்தாலிக் அமிலத்தின் டைமெத்தில் எஸ்ட்டர் தயாரிக்கப்படுகிறது.



இரண்டாம் நிலையில், டைமெத்தில் டெரிப்தாலேட் எஸ்ட்டரை எத்திலின் கிளைக்காலோடு சேர்த்துச் சூடாக்கும் போது டைஎத்திலின் கிளைக்கால் டெரிப்தாலேட் உண்டாகிறது.



டைஎத்திலின் கிளைக்கால் டெரிப்தாலேட்

இக்கலவையை வெற்றிடத்தில் சூடுபடுத்தும்போது மெத்தில் ஆல்கஹால், வினையில் ஈடுபடாது எஞ்சியுள்ள எத்திலின் கிளைக்கால், குறைந்த மூலக்கூறு எடையுள்ள பல்லுறுப்பிகள் முதலியன நீக்கப்படுகின்றன. உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய பாலிஎத்திலின் டெரிப்தாலேட்டுகள் மட்டும் இறுதியில் கிடைக்கின்றன. இவ்வாறு உண்டாகும் பல்லுறுப்பி படி உருவமற்றதாக இருக்கும்.



இப்பல்லுறுப்பித் தயாரிப்புக்குத் தேவையான மூலப்பொருள்கள் எத்திலீன் டிகைக்காலும் டெரிப்தாலிக் அமிலமும் ஆகும். எத்திலீனை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து எத்திலீன் கிளைக்காலைப் பெறலாம். பாரா - சைலின், பாரா - சைமின் போன்ற டைஅல்க்கைம் பெளள்ளைகளை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து டெரிப்தாலிக் அமிலத்தைப் பெறலாம்.

பாலிஎத்திலீன் பெரிப்தாலேட்டுகள் படி உருவற்ற நிலையில் தூள் வடிவில் கிடைக்கின்றன. இப்பல்லுறுப்புகளை மீண்டும் சூடாக்கும்போது எளிதில் படி உருவைப் பெறலாம். இதற்கு மாறாக, பாலிஎத்திலீன் ஆர்த்தோதாலேட்டுகள் என்னும் பல்லுறுப்பி சூடாக்கிய பின்னரும் படிமாவதில்லை. மேலும் இவை பயனுடைய இழைகளையோ மென்படலங் களையோ தருவதில்லை.

பாரா - அமைப்புடைய டெரிப்தாலேட்டுகள் உயர் உருகுநிலையும் எளிதில் படிமமாகும் இயல்பும் கொண்டவை. பாலிஎத்திலீன் டெரிப்தாலேட் இழை அந்துப் பூச்சிகளால் அரிக்கப்படுவதில்லை. இவ்விழைகளின் மீது பூசணம் பற்றுவதில்லை. இத்தகைய சிறப்புப் பண்புகள் கொண்ட பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளோடு பருத்தி இழைகளைக் கலந்து துணிகள் நெய்யப்படுகின்றன. வேதிப் பொருள்களால்

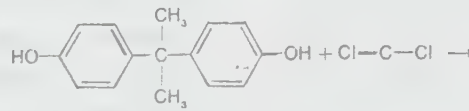
பாதிக்கப்படாமை, வெப்ப எதிர்ப்புத் திறன் முதலிய பண்புகள் காரணமாக இத்தகைய பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளைக் கொண்டு பாய்மரக்கப்பலின் பாய், கயிறு முதலியனவும் தயாரிக்கப் படுகின்றன. வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழிகளுடன் டெரிப்தாலேட் கலந்து மதுபானப் புட்டி தயாரிக்கப்படுகிறது.

பாலிஎத்திலீன் டெரிப்தாலேட் ரெசினிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் மென்படலங்கள் உறுதியானவை; ஈரத்தால் பாதிக்கப்படாதவை. புகைப்படச்சுருள், மின்மாற்றி (transformer), மின் எற்றி (capacitor) முதலியவற்றைச் சிறப்பான முறையில் சிப்பங்கட்டுவதற்கு இத்தாள்கள் பயன்படுகின்றன.

பாலியியூட்டிலின் டெரிப்தாலேட் என்னும் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள ரெசின்கள் வார்ப்புக்கு ஏற்றவை. கண்ணாடி இழை கலந்து வலிவூட்டப்பட்ட ரெசின்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் சில பொருள்கள் பொறியியல் துறையில் உலோகங்களைப் பதிலீடு செய்கின்றன.

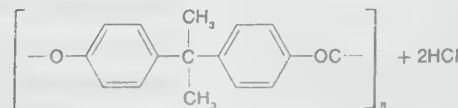
அரோமாட்டிக் பாலிகார்பனேட்டுகள். இப் பல்லுறுப்பிகள் வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழி வகையைச் சேர்ந்தவை. வலிமையும் எளிதில் உடையாத் தன்மையும் கொண்டவை. உயர் இளகு வெப்பநிலை (140°C க்கும் கூடுதலான வெப்பநிலை) இந்த ரெசின்களின் சிறப்பியல்பு ஆகும்.

பிஸ்-பீனால் - A சேர்மம் பாஸ்ஜீனுடன் சேர்ந்து வினைபுரிந்து பாலி கார்போனேட்டுகளைத் தருகிறது. பால்கார்போனேட்டுகளைத் தயாரிப்பதற்குத் தேவையான பிஸ்-பீனால் - A சேர்மம் கிடைக்க ஃபீனாலும் அசெட்டோனும் குறுக்க வினைக்கு (condensation) உட்படுத்தப்படுகின்றன.



பிஸ் ஃபீனால் - A

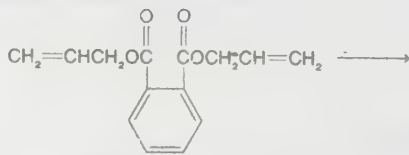
பாஸ்ஜீன்



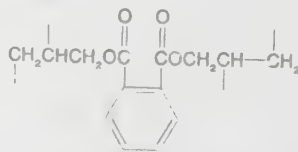
அரோமாட்டிக் பாலிகார்போனேட்

வார்ப்புக்கு ஏற்ற சேர்மமாகப் பாலிகார்போனேட் பல்லுறுப்பி கிடைக்கிறது. கண்ணாடியுடன் கலந்து வலிவூட்டப்பட்ட நிலையில் இந்த ரெசின் பொறியியல் துறையில் கண்ணாடி மற்றும் உலோகங்களுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது. வலிவூட்டப்பட்ட ரெசினிலிருந்து குப்பி, எளிதில் உடையாத கதவு, வீடுகளில் பயன்படும் கருவி முதலியன வடிவமைக்கப்படுகின்றன. ஆய்வுக் கூடங்களுக்குத் தேவைப்படும் கருவி, கப்பலின் இயக்கு உறுப்பு (marine propeller), துப்பாக்கிக் குண்டு முதலியவற்றையும் இதிலிருந்து உருவாக்கலாம். எளிதில் தீப்பற்றாத நெகிழிகள் பாலிகார்போனேட்டுகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. குறைவான நச்சுத்தன்மையும், எரிக்கும்போது குறைந்த அளவே புகையை வெளியிடும் பண்பும் இந்நெகிழிகளின் சிறப்பியல்புகளாகும். பாலிகார்போனேட் ரெசினிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் மென்படலங்கள் தெளிவும் மின்னியல் பண்புகளும் கொண்டவை. எனவே இத்தாள்கள் சிப்பம் கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுவதுடன் மின் ஏற்பி, சூரிய ஆற்றலைச் சேமிக்கும் கருவி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பிலும் முதன்மை பெறுகின்றன.

பாலிடை-அல்லைல் எஸ்ட்டர்கள். டைஅல்லைல் தாலேட், டைஅல்லைல் கார்போனேட், டைஅல்லைல் சக்சினேட், டைஅல்லைல் ஃபினைல் பாஸ்டீபோனேட் போன்ற டைஅல்லைல் எஸ்ட்டர்களின் பல்லுறுப்பிகள் இவ்வகையினைச் சேர்ந்தவை. அல்லைல் தொகுதிகள் பல்லுறுப்பியாகும்போது குறுக்கிணைப்புக் கொண்ட பல்லுறுப்பிகள் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக டைஅல்லைல் தாலேட் பல்லுறுப்பாகும் வினையைக் குறிப்பிடலாம்.



டைஅல்லைல் தாலேட்



குறுக்கிணைப்புடைய பாலிஅல்லைல் எஸ்ட்டர்

பல்லுறுப்பியாக்கல் வினையைக் கவனமாக ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்புக்குள் வைத்திருப்பதன் மூலம் வெப்பத்தால்

இறுகும் தன்மையுள்ள, வார்ப்புக்கு ஏற்ற ரெசனைப் பெற முடியும். இந்த ரெசனை அச்சிட்டு வார்ப்புக்குபோது பல்லுறுப்பாக்கல் வினையும் பதனமாதலும் முற்றுப் பெறுகின்றன.

ஓரளவே பலபடியாகியுள்ள ரெசின்கள் வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படாத பூச்சுகள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. பாஸிஎஸ்ட்டர் ரெசின்களின் தயாரிப்பில் குறுக்கிணைப்புக் காரணிகளாக (cross linking agent) டைஅல்லைல் எஸ்ட்டர் மூலக்கூறுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. பாலிடைஅல்லைல் எஸ்ட்டர்களிலிருந்து மின்னணுவியல் கருவிகளும், கண்ணாடி இழை சேர்ந்து வலிவூட்டப்பட்ட பல்லுறுப்பிகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

க. சேது

துணைநூல்.

Sybil P. Parker, McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1983.

## பாலி - ஒலிஃபின் ரெசின்

எத்திலின் தொகுதி அல்லது டையின் தொகுதி கொண்ட திறைவுறா ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து பெறப்படும் பல்லுறுப்பிகள் பாலி ஒலிஃபின் ரெசின்கள் எனப்படுகின்றன. பொதுவாக, கூட்ட வினை மூலம் பெறப்படும் அனைத்துப் பல்லுறுப்பிகளையும் பாலி ஒலிஃபின் ரெசின்கள் எனலாம். ஆனாலும் எத்திலின், ஆல்ஃபா ஒலிஃபின்கள் எனப்படும் எத்திலின் அல்கைல் பெறுதிகள், பியூட்டாடையின், ஐசோபிரின் போன்ற டையீன்கள் முதலிய ஒருபடி மூலக்கூறுகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பல்லுறுப்பிகளே பாலி ஒலிஃபின் ரெசின்கள் எனப்படுகின்றன.

பாலி - எத்திலீன். இப்பல்லுறுப்பி ஒளிகளையும் பண்பும் வலிமையும் எளிதில் முறிபாத் தன்மையும் அமைந்தது. படிமமாகும் தன்மைபைப் பொறுத்து இப்பல்லுறுப்பியின் இயற்பியல் பண்புகள் வேறுபடுகின்றன. படிமமாகும் தன்மை அதிகரிப்பதற்கேற்பப் பல்லுறுப்பியின் அடர்த்தியும் அதிகரிக்கிறது. தொழில் முறையில் கிடைக்கும் பாலி எத்திலீன்களை அவற்றின் அடர்த்தி அளவுகளைக் கொண்டு வகைப்படுத்தலாம். குறைந்த அடர்வுடைய பல்லுறுப்பி (அடர்த்தி 0.92), நடுத்தர அடர்வுடைய பலபடி (0.93 - 0.94), உயர் அடர் பல்லுறுப்பி (0.94 - 0.97) என மூவகையான பாலி



எத்திலீன்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அடர்த்தி அதிகரிப்பதற்கேற்ப பல்லுறுப்பி வலிமையும் விறைப்புத் தன்மையும் அதிகரிக்கின்றன. அவற்றை உருக்குவதற்கான இளகு வெப்பநிலையும் படிப்படியாக கூடுகிறது.

அனைத்து வகை நெகிழிகளைவிடப் பாலி எத்திலீன் ரெசின்களான நெகிழிகள் பெருமளவில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. சிப்பங்கட்டும் உறைதாள் (packaging film), கண்ணாடிபட்டி, கலம், மின்காப்புப் பொருள், குழாய் முதலியவற்றைத் தயாரிப்பதில் பாலி எத்திலீன் ரெசின்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அதிக அடர்வும், மிக அதிக மூலக்கூறு எடையும் கொண்ட பாலி எத்திலீன்கள் பொறியியல் துறையில் பயன்படுகின்றன. குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய ரெசின்கள் பால்ம நிலையில் மேற்பூச்சாகவும் மெருகெண்ணெயாகவும் பயனாகின்றன.

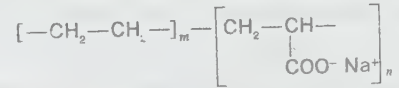
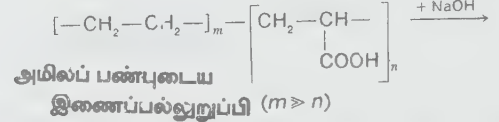
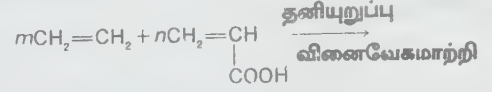
பெட்ரோலியத்தில் அடங்கியுள்ள அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களை உயர் வெப்பநிலையில் பிளப்பதன் மூலம் எத்திலீன் குறைந்த செலவில் பெருமளவில் கிடைக்கிறது. தூய்மையாக்கப்பட்ட எத்திலீன் 150° - 250°C வெப்பநிலையிலும், 1400 - 2450 வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் பல்லுறுப்பாக்கல் வினைக்குட்படுத்தப்படுகிறது. ஆக்சிஜன் அல்லது கரிமப் பெராக்சைடுகள் வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகின்றன.



உயர் வெப்பநிலையில் குறைந்த அடர்வுடைய பல்லுறுப்பியும் சற்றுக் குறைவான வெப்பநிலையில் நடுத்தர அடர்வுடைய பல்லுறுப்பியும் உருவாகின்றன. மிதமான வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில் (50 - 150°C, 7-140 வளிமண்டல அழுத்தம்) தனித்த சிறப்புடைய வினைவேக மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தி உயர் அடர்வு பல்லுறுப்பிகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன.

எத்திலீன் இணைப்பல்லுறுப்பிகள். எத்திலீன் சேர்ந்த மூலக்கூறுகள் இணைந்து உருவாக்கும் பல்லுறுப்பிகள் இவ்வகையின. இப்பல்லுறுப்பிகளில் வினைல் அசெட்டேட் (20 - 30%) அமைந்துள்ள பல்லுறுப்பி முதன்மை வாய்ந்தது. வினைல் அசெட்டேட் போன்ற மிகப் பெரிய மூலக்கூறைச் சேர்ப்பதனால், பல்லுறுப்பியின் வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையும் மெழுகுடன் எளிதில் கலக்கும் தன்மையும் அதிகரிக்கின்றன.

அயனியாகும் பல்லுறுப்பிகள் என்னும் ஒரு வகைப் பல்லுறுப்பிகளை எத்திலீனிலிருந்து தயாரிக்க முடியும். சிறிதளவு (3 - 5 மோல் சதவீதம்) அச்சிலிக் அல்லது மெத்தாக்ரிக் அமிலத்துடன் எத்திலீனைக் கலந்து பல்லுறுப்பித் தயாரிக்கலாம்.

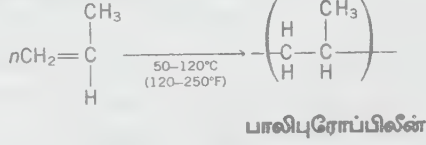


இணைப்பல்லுறுப்பி உப்பு அல்லது அயனியாகும் பல்லுறுப்பி

இவ்வாறு கிடைக்கும் பல்லுறுப்பியில் உள்ள அமிலத் தொகுதி காரத்துடன் வினைபுரிந்து உலோக உப்பைத் தருகிறது. இப்பல்லுறுப்பிகளில் உள்ள அயனியாகும் தொகுதிகள் அனைத்து வெப்ப நிலைகளிலும் முறிவை எதிர்க்கும் திறனை இவ்வகை நெகிழிகளில் உருவாக்குகின்றன.

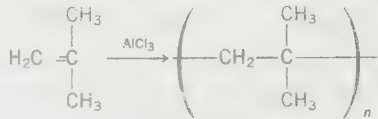
பாலியுரே ராப்பிடீன். எத்திலீனும் புரோப்பிலீனும் உயர் வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில் மட்டுமே பல்லுறுப்பாகின்றன. சில சிறப்பான வினைவேகமாற்றிகளைப் பயன்படுத்தி சற்றுக் குறைவான அழுத்த நிலைகளிலேயே பல்லுறுப்பாக்கல் வினையை நிகழ்த்தும் உத்திமுறையை சீக்லர், நட்டா என்னும் இரு வேதியிலாளர் அறிமுகப்படுத்தினர். குறிப்பிட்ட முப்பரிமாண அமைப்புடைய விளைபொருளை தரவல்ல வினைவேக மாற்றிகளை (stereospecific catalysts) அவர்கள் பயன்படுத்தினர். டைட்டேனியம் டெட்ராசுளோரைடும் டிகரை எத்தில் அலுமினியமும் சேர்ந்த கலவை ( $\text{TiCl}_4 + (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al}$ ) இத்தகைய சீக்லர் வினைவேக மாற்றிக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இம்முறையில் பெறப்பட்ட பல்லுறுப்பிகள் பக்கக் கிளையற்ற சங்கிலித் தொடர் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும். உயர் அழுத்த நிலையில் பெறப்பட்ட பிற பல்லுறுப்பிகளைவிட இவ்வகைப் பல்லுறுப்பிகள் கூடுதல் படிசுத்தன்மையும் அடர்வும் கொண்டிருக்கும். பல்லுறுப்பி வேதியியலில் ஓர் உயரிய கண்டுபிடிப்பாகச் சீக்லர் - நட்டா பல்லுறுப்பாக்கல் வினை கருதப்படுகிறது. இந்த ஆய்விற்காக 1963இல் இவ்விரண்டு அறிஞர்களுக்கும் நோபல் பரிசு வழங்கப் பட்டுள்ளது.

பெட்ரோலிய ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து பிளத்தல் வினை மூலம் குறைந்த செலவில் புரோப்பிலீன் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பெறப்படும் புரோப்பிலீன் சீக்லர் வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் பல்லுறுப்பாகிறது.



பாலிபுரோப்பிலீன் குறைந்த வெப்பநிலையில் தொறுங்கும் இயல்புடையது. புரோப்பிலினுடன் எத்திலின் போன்ற பிற ஒருபடி மூலக்கூறுகளைக் கலந்து பல்லுறுப்பாக்குவதன் மூலம் இக்குறை பெரிதும் நீங்குகிறது. பாலிபுரோப்பிலீன் தேய்மான எதிர்ப்புத்தன்மை மிகுந்தது. குழத்தைகளுக்கான பால்புட்டிக் குப்பிகள் பாலிபுரோப்பிலீன் கொண்டு செய்யப்பட்டது. நுண்ணுயிர்களை அழிப்பதற்காக அடிக்கடி கொதிநீரில் இட்டுக் கழுவினாலும் இந்நெகிழி சேதமடைவதில்லை. இப்பல்லுறுப்பியினால் தயாரிக்கப்படும் தாள் உணவுப் பொருள்களையும் துணிகளையும் சிப்பங்கட்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது. பாலிபுரோப்பிலீன் இழைகளிலிருந்து தரை விரிப்பு, கயிறு, வலை முதலியன செய்யப்படுகின்றன.

பாலிஐசோபியூட்டிலீன். குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய எண்ணெயாகவும், மிகுந்த மூலக்கூறு எடையுடைய திண்ம ரப்பர்களாகவும், இவ்வகைப் பல்லுறுப்பிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பெட்ரோலிய ஹைட்ரோகார்பன்களைப் பிளப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் ஒருபடி மூலக்கூறுகள் லூமி அமில வினைவேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில் பல்லுறுப்பாகின்றன.

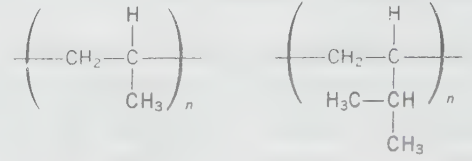
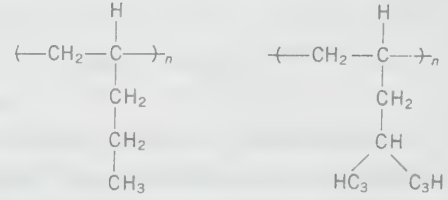


பாலி ஐசோபியூட்டிலீன்

பியூட்டைல் ரப்பர் தயாரிப்பில் ஐசோபியூட்டிலீன் பெருமளவு பயன்படுகிறது. ஐசோபிரீனுடன் (2 - 4%) ஐசோபியூட்டிலீனைச் சலந்து  $-90^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையிலும், அலுமினியம் குளோரைடு வினைவேகமாற்றியின் முன்னிலையிலும் பல்லுறுப்பாக்குவதன் மூலம் பியூட்டைல்

ரப்பரைப் பெறலாம். இவ்வகை ரப்பர் முதிர்ச்சி எதிர்ப்புத் திறன் (resistance to aging) மிகுந்தது. எனவே பியூட்டைல் ரப்பரைப் பயன்படுத்தி மோட்டார் ஊர்திகளின் உயர், டியூப் முதலியன தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பிற ஆல்ஃபா ஒலிஃபின்களின் பல்லுறுப்பிகள். சீக்லர் வினைவேகமாற்றிகளின் கண்டுபிடிப்பு ஆல்ஃபா ஒலிஃபின் வகைச் சேர்மங்கள் பல்லுறுப்பாக்கல் வினையில் ஈடுபடுவதற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்தது. ஆல்ஃபா - பியூட்டீன், ஆல்ஃபா - ஆக்டீன் போன்ற ஒலிஃபின்களின் பல்லுறுப்பிகள் உயர் மூலக்கூறு திறையும் படிசுத் தன்மையும் கொண்டவை. எடுத்துக்காட்டுகளாகச் சில ஆல்ஃபா ஒலிஃபின் பல்லுறுப்பிகளின் அமைப்பு முறைகள் வருமாறு:

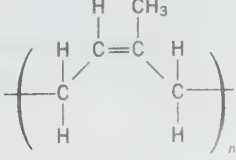
பாலிபுரோப்பிலீன்  
(உருகுநிலை  $136^\circ\text{C}$ )பாலி-3-மெத்தில் பியூட்டீன்  
(உருகுநிலை  $240^\circ\text{C}$ )பாலி -4 மெத்தில் பென்டீன்  
(உருகுநிலை  $325^\circ\text{C}$ )

உயர் உருகுநிலையும், மிகு இளகு வெப்பநிலையும் கொண்ட மேற்கண்ட பல்லுறுப்பிகள் வெப்பத்தால் எளிதில் இளகிவிடும் நெகிழிகளில் முக்கிய பங்கேற்பைப் பெற்றுள்ளன.

பாலி-டையீன்கள். பியூட்டாடையின், ஐசோபிரீன், 2-குளோரோ-பியூட்டாடையின் முதலிய டையீன் வகைச் சேர்மங்கள் பல்லுறுப்பித் துறையில் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. பியூட்டாடையீனும் 2-குளோரோ-பியூட்டாடையீனும் செயற்கை ரப்பர் தயாரிப்பில் நீண்ட காலமாகவே பயன்பட்டு வந்துள்ளன. இயற்கை ரப்பரின் அடிப்படை அலகாக ஐசோபிரீன் கருதப்படுகிறது. இயற்கை ரப்பர் திண்ம பாலிஐசோபிரீன் அமைப்புடையது. ஐசோபிரீன்,



பியூட்டாடையின் ஆகியவற்றை பல்லுறுப்பாக்கல் வினையின்போது குறிப்பிட்ட முப்பரிமாண அமைப்புடைய வினைவேகமாற்றிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் செயற்கை ரப்பரில் சிஸ்-பாலிஐசோப்ரீன் விகிதத்தை மிகுதியாக்கலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் செயற்கை ரப்பர்கள் இயற்கை ரப்பரின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

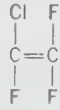
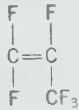


சிஸ் பாலிஐசோப்ரீன்

ஸ்டைரீனுடனும் அக்ரிலோனைட்ரையுடனும் இணைந்து பியூட்டாடையின் பலவகையான பல்லுறுப்பிகளைத் தருகிறது. க. சேது

## பாலிஃபுளூரோ ரெசின்

இவ்வகை ரெசின்கள் வெப்பம் மற்றும் வேதிப் பொருள்களுக்கு மிகுந்த எதிர்ப்புத் தன்மையுடையனவாகவும் மிகையளவில் படிமமாகும் தன்மையுடையனவாகவும் உள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை டெட்ராஃபுளூரோ எத்திலீன், ஹெக்சாஃபுளூரோ புரோப்பிலீன், மோனோகுளோரோடிரைஃபுளூரோ எத்திலீன் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. இவற்றின் வேதி அமைப்புகள் பின்வருமாறு அமைந்துள்ளன.

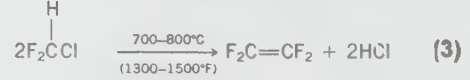
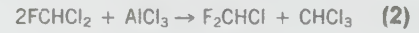
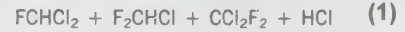
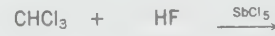


டெட்ராஃபுளூரோ ஹெக்சாஃபுளூரோ மோனோகுளோரோ எத்திலீன் (TFE) டிரொப்பிலீன் (HFP) டிரைஃபுளூரோ எத்திலீன் (CTFE)

TFE, HFP ஆகியவை இணைந்து உருவாகிய பல்லுறுப்பிகளும் TFE, HFP ஆகியவை

எத்திலீனுடன் இணைந்து உருவான இணைப் பல்லுறுப்பிகளும் வணிகத்தில் விற்பனையாகின்றன. வினைலிடின் ஃபுளூரைடின் ஒரீன பல்லுறுப்பிகளும் (homopolymers), இவை HFP உடன் இணைந்து உருவான இணைப்பல்லுறுப்பிகளும் நடைமுறையில் உள்ளன.

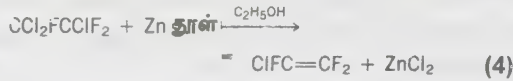
பாலிடெட்ராஃபுளூரோஎத்திலீன். மோனோ குளோரோ - டைஃபுளூரோ மெத்தேனை நேரடியாக வெப்பத்தாற் பகுப்பதாலும், நீரற்ற ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடைக் குளோரோஃபார்முடன் வினைப்படுத்துவதால் வினையும் சிக்கலான வினைகளாலும் இதனைப் பெறலாம். (1 - 3)



பெரும் அளவில் இதைத் தயாரிக்க வினை நிகழும்போது இவ்வினை மிகத் தீவிரமாக நடைபெறலாம். ஆனால் இவ்வினையைக் கட்டுப்படுத்த ஒருறுப்பியை பால்மத்தில் அழுத்தம், பெராக்சைடுகள் அல்லது பெர்சல்ஃபேட்டுகள் போன்ற இயங்கு உறுப்பு வினையூக்கிகளைப் (free radical catalysts) பயன்படுத்தி நிகழ்த்தலாம். இப்பல்லுறுப்பி 275°C வரை வெப்ப எதிர்ப்பும் நீரில் கரையாத் தன்மையும் உடையது. மேலும் வேதி எதிர்ப்புத்திறனும் கொண்டது. இது வெப்ப எதிர்ப்புத் திறனுடையதாகையால் இதனைப் பயன்படுத்தி கருவிகள் உருவாக்க வழக்கமான வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்த இயலாது. இதற்கென்று பிற முறைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். பாலிடெட்ராஃபுளூரோ எத்திலீன் உராய்வெதிர் தாங்கி (bearing), அடைப்பிதழ் கருவி (valve), சிப்பம் கட்டும் பொருள் (packing), அடைவளையக் குழாய் (gasket) ஆகியவை எவ்வித எதிர்ப்புத் தன்மையும், வல்லமை பொருள் தன்மை கார்பன், தனிம இழைநார், உலோகத்துடன் ஆகியவற்றை இப்பல்லுறுப்பியுடன் சிப்பப்பியாகச் சேர்ப்பதால் இதன் எந்திரப் பண்புகளும் வெப்பப் பண்புகளும் அதிகரிக்கின்றன.

இப்பல்லுறுப்புகள் மிகச் சிறந்த மின் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் உயர் வெப்பநிலையில் மின்காப்பீட்டு பொருளாகப் (dielectric material) பாலிடெட்ராஃபுளூரோ எத்திலீனைப் பயன்படுத்தலாம்.

பாலிமோனோ குளோரோடிகரைஃபுளூரோ எத்திலீன். 1, 1, 2 - டிகரை குளோரோ 1, 2, 2 - டிகரைஃபுளூரோ எத்தேனை குளோரின் நீக்க வினைக்குட்படுத்துவதால் (dechlorination) இப்பல்லுறுப்பியைத் தயாரிக்கத் தேவையான ஒருறுப்பி (monomer) கிடைக்கிறது.



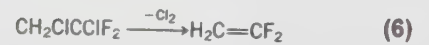
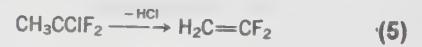
இந்த ஒருறுப்பியை நீர்ம தாங்கல் கரைசல் நிலையில் (aqueous suspension) பெர்சல்ஃபேட் மற்றும் பைசல்ஃபைட் வினையூக்கிகளை வினைத் தொடக்கக் காரணிகளாகப் பயன்படுத்தி பல்லுறுப்பாக்கம் செய்யலாம். பாலிமோனோ குளோரோ டிகரைஃபுளூரோ எத்திலீன் பல்லுறுப்பியின் பண்புகள் பாலிடெட்ரா ஃபுளூரோ எத்திலீனின் பண்புகளை (CTFE) ஒத்துள்ளன. ஆனால் குளோரின் அணுக்கள் உடனிருக்கும்போது (CTFE) குறைந்த அளவே வெப்ப மற்றும் வேதி எதிர்ப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளது. பாலிமோனோ குளோரோ டிகரைஃபுளூரோ எத்திலீனை வழக்கமான அச்சுருவாக்கல் (moulding), பிதிர்வு (extrusion) முறைகளால் தேவையான வடிவங்களில் பெறலாம். உயர் வெப்பத்திலிருக்கும் அச்சு உருவைத் திடீரெனக் குளிர்விப்பதால் ஒளி ஊடுருவும் படிக்கமில்லா வார்ப்புகளைப் பெறலாம். கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைந்திருக்கும் இப்பல்லுறுப்பியின் கரைசலை மேற்பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

CTFEஇன் பயன்பாடுகள் பாலிடெட்ராஃபுளூரோ எத்திலீனின் பயன்களை ஒத்துள்ளன. இப்பல்லுறுப்பியின் நிலைப்புத் தன்மையும், மந்தத் தன்மையும் அடைவளையும் உட்ப்பூச்சு, அடைப்பிதழ் போன்ற உயர் வெப்பமும் அரிப்பு எதிர்ப்புத் தன்மையும் தேவைப்படும் பயன்பாட்டில் உதவுகின்றன. மேலும் மின்காப்பீடும் பொருளாகவும் பூண்டுகளை வடிப்பான் தயாரிப்பிலும் பயனாகும்.

இணைப் பல்லுறுப்பிகள். TFE மற்றும் HFP புரோப்பிலீன் (ஃபுளூரினேற்றப்பட்ட எத்திலீன் புரோப்பிலீன் அல்லது FEP ரெசின்கள்) ஆகியவற்றின் இணைப் பல்லுறுப்பிகள், TFE மற்றும் எத்திலீன் (ETFE) ஆகியவற்றின் இணைப் பல்லுறுப்பிகள் மிகுந்த பயன்பாடு

மிக்கவை. எத்திலீன் மற்றும் CTFEஇன் இணைப் பல்லுறுப்பிகளை வழக்கமான வெப்ப இளக்கு முறைகளால் (thermoplastic techniques) தயாரிக்கலாம். இவை PTFE, FEP, PFA போன்ற பிற பொருள்களைவிடச் சிறப்பான எந்திரவியல் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

பாலிவினைலிடின் ஃபுளூரைடு. 1, 1, 1 - குளோரோ டைஃபுளூரோ எத்தேனை ஹைட்ரோ ஹாலோஜன் நீக்கம் (dehydrohalogenation) செய்தோ 1, 2 டைகுளோரோ, 1, 1 டைபுளூரோ எத்தேனை குளோரின் நீக்க வினைக்குட்படுத்தியோ இப்பல்லுறுப்பியின் ஒருறுப்பியைப் பெறலாம். (5, 6).



இயங்கு உறுப்பு வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி இப்பல்லுறுப்பாக்கம் திகழ்த்தப்படுகிறது.

இப்பல்லுறுப்பியின் பண்புகள் பிற ஃபுளோரினேற்றம் பெற்ற ரெசின்களின் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. ஒத்த மந்தத்தன்மை, குறைந்த மின்காப்பு மாறிலி (dielectric constant), வெப்ப நிலைப்புத்திறன் (150°C வரையில்) ஆகிய பண்புகளை இவை பெற்றுள்ளன. ஆனால் இந்த ரெசின்கள் (PVF<sub>2</sub> ரெசின்கள்) TFE மற்றும் CTFE ரெசின்களைவிட வலிமையானவையாகவும், குறைந்த அரிப்பெதிர்ப்புத்தன்மை உடையனவாகவும் உள்ளன. பாலிவினைலிடின் ஃபுளூரைடு பல்லுறுப்பியின் முதன்மைப் பயன்களினால் மின்காப்பீடு, குழாய்த் தயாரிப்பு நீர்மப் பிரிகைக் கரைசல் வடிவில் காப்புப் பூச்சு (protective coating) தயாரிப்பு ஆகியன அடங்கும்.

ஃபுளூரினேற்றம் பெற்ற நெகிழிகள் (Elastomer). பல்வகைப் படிக்கமான முடியாத ஃபுளூரினேற்றம் பெற்ற நெகிழிகள் தேவைக்கும் ஏற்பக் குறிப்பாக பாதுகாப்புத் துறையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை ரப்பருக்கு மாற்றாகப் பயன்படுகின்றன. வெப்பம் மற்றும் எண்ணெய், கதிர்வீச்சு, காலநிலை ஆகியவற்றுக்கு எதிர்ப்புத் தன்மையும் ஈடுகொடுக்கும் தன்மையும் கொண்டுள்ளன. பாலிஹெப்டா ஃபுளூரோபியூட்டைல் அக்ரிலேட் போன்ற ஃபுளூரினேற்றம் பெற்ற அக்ரிலிக் ரப்பர் மற்றும் ஃபுளூரின் உள்ள சிலிக்கோன் ரப்பர்



ஆகியவை மேற்குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டிற்கு ஓரளவு உதவுகின்றன.

தெற்காம்புரூரோப்பியில் மற்றும் வினெலிஷின் வினெபுரிந்து உருவாகும் இணைபல்லுறுப்பி ஒரு குதன்மைப் பிரிவாக விளங்குகிறது. இது அடைவனையம் மற்றும் காப்பிடுகளில் (seais) சிறப்பிடம் பெறுகின்றன. நைட்ரேசே மெத்தெனுடன் டெட்ராம்புரூரோ எந்திலின் வினெபுரிந்து உருவாகும் இணைபல்லுறுப்பியும் மேற்குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டில் ஓரளவு உதவுகின்றன.

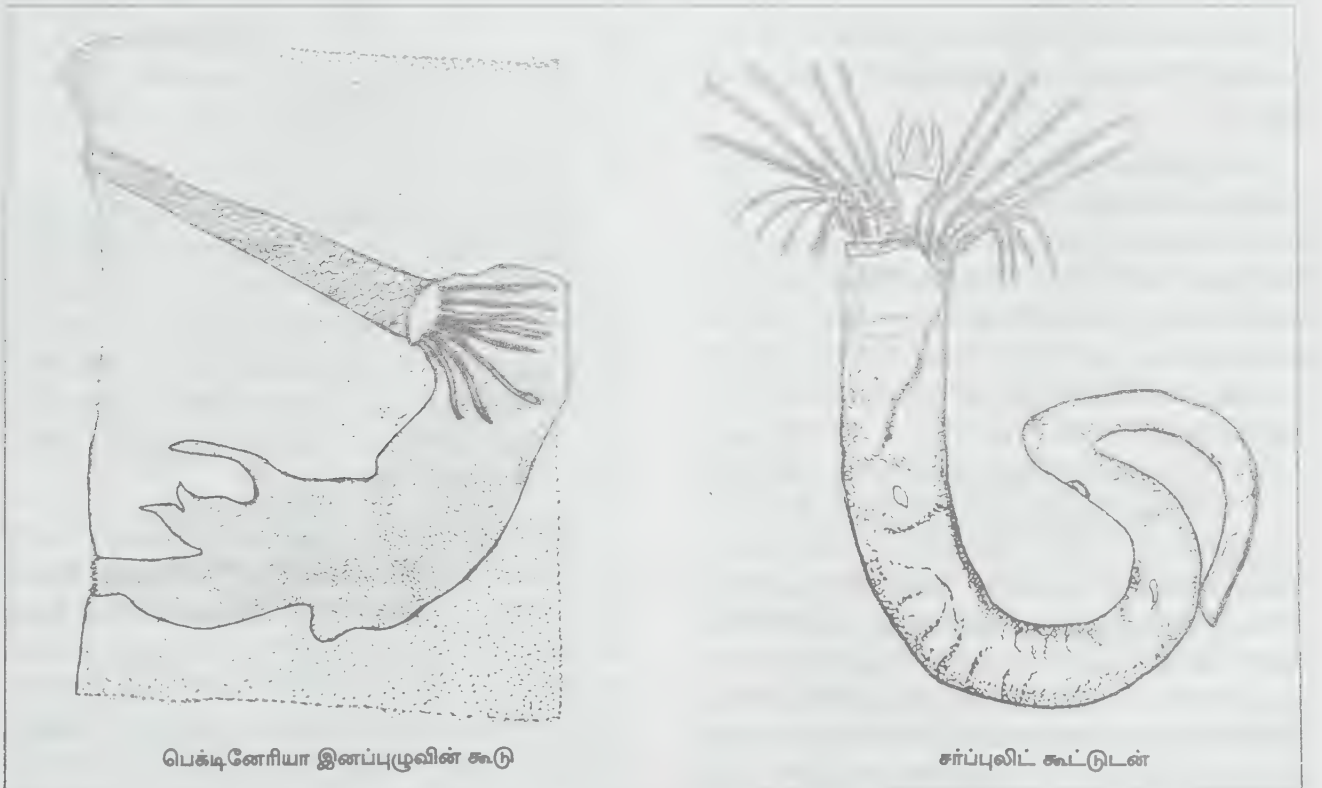
## பாலிகிட்டா

பல்களைப் புழுக்கள் என்னும் வழங்கப்படும் இவை வளை தளைப்புழுக்கள் (annelida) தொகுதியில் அடங்கும் புழுக்கள் ஆகும். பெரும்பான்மையான பல்களைப் புழுக்கள் மனிதனுக்கு உணவாகும் மீன், நண்டு, இறால் போன்ற உயிரினங்களுக்கு அடிப்படை உணவாகும். பெரும்பாலும் கடலின் அடிமட்டத்தில்

இப்புழுக்கள் பரவியிருப்பினும் தீரின் மேல் மட்டத்திலும் சிலவகைப் புழுக்கள் காணப்படுகின்றன. கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் புழுக்கள் அங்குள்ள மீன்களுக்கு உணவாகவும் கடல் தீரின் மேல்மட்டத்தில் வாழும் புழுக்கள் (pelagic polychates) நுண்ணாயிர விலங்குகள் மிகையாகையாக உட்கொள்ளும் மீன்களுக்கு உணவாகவும் அமைகின்றன. மேலும் கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் புழுக்களின் பல்லாயிரக்கணக்கான முட்டைகளும், இனம் குழுவாகவும் (larvae) கடலின் மேல் மட்டத்திலான அடைமுகப்போது அங்குள்ள மீன்களுக்கு உணவாகின்றன. சில புழுக்கள் நேரடியாக மனிதனுக்கு உணவாகவும் மீன்பிடித் துறையில் இரையாகவும் பயன்படுகின்றன.

இருப்பிடங்கள். உலகெங்கும் பதவியுடையவாகும் மேற்பட்ட பல்களைப் புழுக்கள் கடலிலும், உப்பங்குழாயிலும் (back water), கழிமுகங்களிலும் (estuaries) பரவியுள்ளன.

இப்புழுக்களில் நகர்த்து திரிந்து வாழ்வவை, சார்ந்த இடத்தில் (sessile) நிலையாக நகர்த்து வாழ்வவை என இருவகையாண்டு. நகர்த்து திரிந்து வாழும் புழுக்கள் கடலின் அடிமட்டத்தில் தாம் சார்ந்த இடத்தில் ஊர்ந்து ஊர்ந்து அலைந்து



பெக்டினேரியா இனப்புழுவின் கூடு

சார்புலிட் கூட்டுடன்

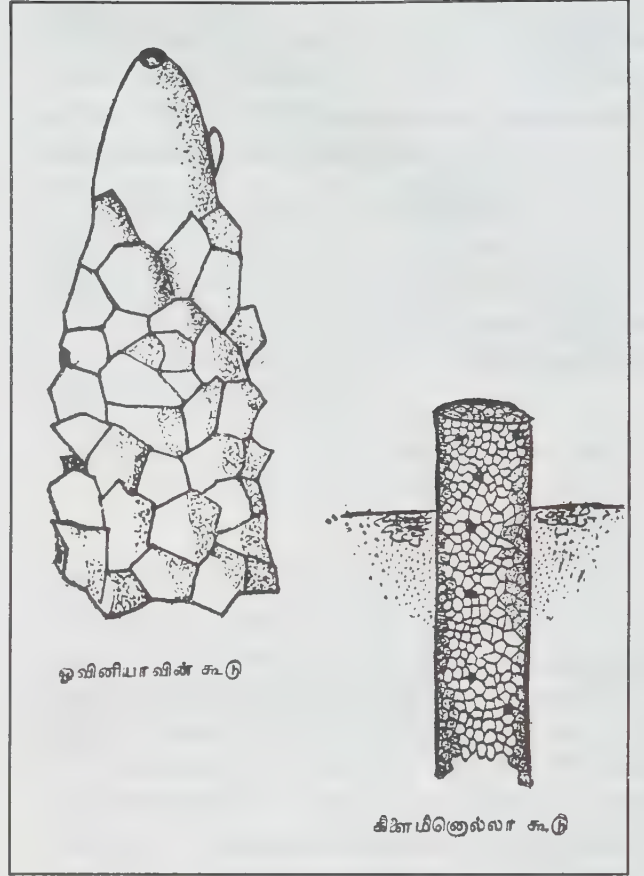
குழி தோண்டி அவற்றில் வாழும் டொமாப்டரில், அல்சடியோப்பா, வெனாடிஸ் போன்ற புழுக்கள் கடலின் மேல்மட்டத்தில் நுண்ணுயிர் மிதவைகளாக (plankton) வாழ்கின்றன. ஒரு சில புழுக்கள் பிற உயிரினங்களைச் சார்ந்து ஒட்டுண்ணிகளாக (parasites) வாழ்கின்றன. நிலையாக வாழும் புழுக்கள் பலவிதமான உறைவிடங்களை அமைத்து கொள்கின்றன.

குறிப்பாக பெக்டினேரியா இனப்புழுக்கள் கூடு கட்டி அவற்றினுள் வாழ்கின்றன. அவை இடம் விட்டு இடம் நகர்ந்தும் செல்கின்றன.

பல்குணைப்புழுக்கள் சேற்றிலும், மணலிலும், பாறையிலும் கடற்பஞ்சு (sponges), பவளப்பாறை (coral) போன்றவற்றிலும் வாழும். மேலும் கப்பல் கட்டும் தளம், மிதவை (float), கேபிள் (cable), எண்ணெய்த் தளம் போன்றவற்றிலும் ஒட்டிக்கொண்டு வாழும். கெட்டியான மேல் பகுதியை உடைய கடல்வாழ் உயிரினங்களாகிய நண்டு, இறால், நத்தை, சிப்பி, ஆமை, பாம்பு, ஆகியவற்றின் மேல் பரப்புகளிலும் காணப்படும். பாலிடோரா என்னும் இனம் சங்கு, நத்தை, சிப்பி ஆகியவற்றின் சுண்ணாம்பு நிறைந்த ஒட்டினுள் (calcareous shells) துளைகளிட்டு அவற்றில் வாழும்.

**உடலமைப்பு.** பல்குணைப்புழுவின் நீளம் 1 மி.மீ - 3 மீ. இருக்கும். இப்புழுவில் உடல் தட்டையாகவோ உருண்டோ இருக்கும்.

இப்புழு முழுமையான தலையுடனோ தலை இல்லாமலோ இருக்கும். தலைப்பகுதி பலவகையான உணர்வுறுப்புகளைக் (sensory organs) கொண்டிருக்கும். வாய்ப்பகுதி வெளியில் நீட்டக் கூடிய புரபோசிஸ் (probosis) என்னும் உறுப்பைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வுறுப்பில் நுண்ணிய பற்கள் வேறுபட்ட அமைப்புடனும், எண்ணிக்கையுடனும் உணவுண்ண ஏற்றவாறு அமைந்திருக்கும். இப்புழுவின் உடலில், ஒவ்வொரு கண்டத்தின் இரு புறமும் தட்டையான பாரப்போடியா (parapodia) காணப்படுகிறது. பாரப்போடியா குழிகளில் (sac) ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட முள்கள் (seta) கொத்தாக அமைந்துள்ளன. இவை ஊர்வதற்கும் மிதப்பதற்கும் உதவியாக உள்ளன. சீட்டாக்கள் படத்தில் காண்பது போல், பலவிதமாகக் காணப்படும். பாலினோ போன்ற புழுவின் மேல் பகுதி செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். பெரும்பான்மையான புழுக்களின் மேல் உடலில் ஏராளமான நுண்ணிய (cilia) தூவிகளைக் கொண்டிருக்கும். இப்புழுக்களின் உடலில் உள்ள துண்டங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுடனோ வளர வளர மிகுந்து கொண்டோ இருக்கும்.

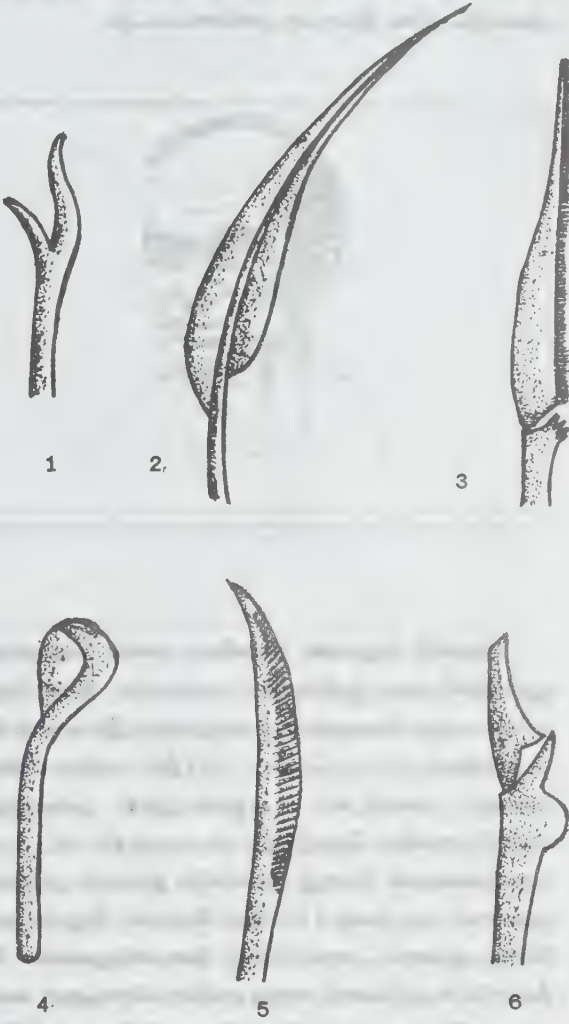


படம் 2

**உணவுப் பழக்கம்.** பல்குணைப் புழுக்கள் மண் புழுவைப் போன்று அடிமட்டத்திலுள்ள சேற்றையோ, மணலையோ, அவற்றில் உள்ள மக்கிய பொருள்களையோ நுண்ணிய உயிரினங்களையோ உண்ணக்கூடிய தன்மை கொண்டதாகும். கடலில் மிதந்து வாழ்கின்ற தாவர விலங்கின நுண்ணியிர் மிதவைகளை அல்லது மக்கிய பொருள்களை (suspended organic materials) வடிக்கடி உண்டு வாழ்பவையும் உண்டு.

**இனப்பெருக்கம்.** பல்குணைப்புழுவின் ஆண் - பெண் இனங்கள் பெரும்பாலும் தனித்தனியாகவே இருக்கும். இதன் முட்டைகளும், விந்தும் கடல் நீருக்குள் வெளிவிடப் படுகின்றன. கடல் நீரில் இருக்கும்போது கருவுற்ற முட்டைகள் சிலமணி நேரங்களில் நுண்ணிய இளவுயிரிகளாக (larvae) மாறும். இத்தகைய இளம் உயிரிகள் சிலமணி நேரத்திலிருந்து ஓரிரு மாதங்கள் வரை நீரின் மேல்மட்டத்திலேயே வளர்ந்து தகுந்த இருப்பிடத்தை அடைந்தவுடன் புழுக்களாக





1. யூப்ரோசைன்

2. டெரிபெல்லிட்

3. பில்லடோசியன் இணைப்புச் சீட்டா

4. பாலிடோராவின குரோட்செட்

5. பாலினோட்டின் எளிய பற்களையுடைய சீட்டா

6. சில்லிட்டின் இணைப்புச் சீட்டா

பலவித சீட்டாக்களின் அமைப்புகள்



1. உணர் நீட்சி 2. பால்பு

3. வாய் சூழ் வளைய உணர் நீட்சிகள்

4. கண்கள்

5. வாய் சூழ் வளையம்

6. பக்கக்கால்கள்

7. மலப்புழை சிர்ரஸ்

பாலிக்கீட் புழுவின உடலமைப்பு (நீரிஸ்)

260 பாலிங் லைனஸ் (கார்ல்)

உருமாற்றம் பெறும். கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் நீரிஸ் (nereis) இனப்புழுக்கள் தம் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் நீரில் நீத்துவதற்கான சில உடல் மாறுதல்களை அடைந்து (sexual metamorphosis) ஹெடெரோநீரிஸ் (heteronereis) எனும் புழுக்களாக மாறுகின்றன. இப்புழுக்கள் முழு நிலாக் காலங்களில் கடலின் மேல் மட்டத்தில் கூட்டமாக வந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும். கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் பாலலோப் புழுக்களின் (palalo worm) விந்துவையும், முட்டைகளையும் கொண்டிருக்கும் பின்பகுதி தனியாகப் பிரிந்து இனப்பெருக்கத்திற்காகத் தெற்குப் பசிபிக் கடலில் கூட்டமாக நீரின் மேல் மட்டத்திற்கு வரும். அவற்றை மக்கள் பிடித்து உணவாக உட்கொள்கின்றனர். ஆட்டோலிட்டஸ் இனப் புழு தம் முட்டைகளை அடைக்காத்துக் (brood protection) குஞ்சுகளை வெளியிடும். மார்பைசா புழு, தன் முட்டைகளைக் குழியின் மேற்புறத்தில் சளி (mucous) போன்ற பொருளாலான பந்துகளினுள் இடும். இம்முட்டைகள் அவற்றினுள்ளே இளவுயிரிகளாக மாறி வளர்ச்சியடையும்.

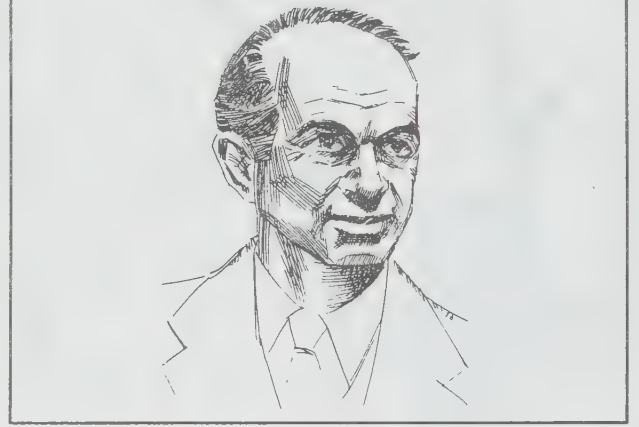
பல்சுணைப் புழுக்கள் தாம் இழந்த பகுதிகளை மீண்டும் உருவாக்கிக் கொள்ளும் திறன் கொண்டவை. ஒரு சில இனப்புழுக்கள் இரண்டாகவோ பல பகுதிகளாகவோ வெட்டப்பட்டால், ஒவ்வொரு துண்டும் தான் இழந்த பகுதியினை உருவாக்கிக்கொண்டு பல புழுக்களாக மாறிவிடும்.

டோமாப்பிடரிஸ், சில்லீஸ் கீட்டாப்டிரஸ் போன்ற புழுக்கள் தம் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் அல்லது மற்றக் காலங்களில் உயிர் ஒளியை (bioluminescence) உண்டாக்க வல்லவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. கடற்கரைப் பகுதிகளில் மீன் பிடித்தாண்டிலின் இரைக்காகக் கிளிசரா (glycera blood worm) என்னும் புழுக்கள் ஏராளமான அளவில் நவீன முறைகளில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

பா. சிருட்டினதாஸ்

துணைநூல். Dales. R.P., *Annelids*, Hutchinsons University Library, London 1967.

பாலிங் 1954ஆம் ஆண்டு வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசையும், 1962ஆம் ஆண்டு சமாதானத்திற்கான நோபல் பரிசையும் பெற்றார். 1972இல் அனைத்துலக லெனின் அமைதிப் பரிசும் இவருக்கு அளிக்கப்பட்டது.



கல்வி. ஹெர்மன் வில்லியம் பாலிங் (மருந்தாளுநர்), லூரி இசபெல்லா ஆகியோரின் புதல்வராக இவர் பிறந்தார். ஓரிகன் மாநில வேளாண்மைக் கல்லூரியில் இளங்கலை வேதிப் பொறியியல் பட்டப்படிப்பை 1922இல் பாலிங் பயின்றார். பின்னர் பாசாடெனா என்னுமிடத்தில் அமைந்திருந்த கலிஃபோர்னியா தொழில்நுட்பக் கழகத்தில் பட்டப்படிப்பு உதவியாளராகச் சேர்ந்து, அங்கேயே இயற்பிய அறிவியலில் முனைவர் பட்டத்தை 1925இல் பெற்றார். பியூனிச் நகரைச் சேர்ந்த ஆர்னால்ட் சாமர்ஃபீல்டு, கோபன்ஹேகனைச் சேர்ந்த நீல்ஸ் போர், சூரிச்சைச் சார்ந்த எர்வின சுரோடிஞ்சர், லண்டன் நகரைச் சேர்ந்த சர் வில்லியம் ஹென்றி பிராக் ஆகியோரின் ஆய்வுக்கூடங்களில் முனைவர் பட்டப்படிப்புக்குப் பிந்திய ஆய்வாளராகப் பணியாற்றினார். 1927ஆம் ஆண்டு கலிஃபோர்னியா தொழில்நுட்பக் கழகத்தில் துணை வேதியியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார் 1931 இல் அங்கேயே பேராசிரியராக பதவி உயர்வு பெற்றார். பின்னர் 1936 - 1958இல் கேட்ஸ் மற்றும் கிரலின் வேதி ஆய்வுக் கூடங்களின் (Gates and Grellin laboratories of chemistry) இயக்குநராகப் பணிபுரிந்தார்.

அறிவியல் ஆய்வுகள். பாலிங் வேதியியலில் மூலக்கூறு அமைப்புகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். இந்த ஆய்வுகள் சாதாரண மூலக்கூறுகள்

## பாலிங், லைனஸ் (கார்ல்)

இவர் அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலாராவார். லைனஸ் (கார்ல்) பாலிங் (Linus (carl) Pauling) குவாண்டம் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி மூலக்கூறு அமைப்புகளை, குறிப்பாக வேதிப் பிணைப்புகளை விளக்க முற்பட்டார். இவர் 1901 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் போர்ட்லேன்ட் என்னுமிடத்தில் பிப்ருவரி இருபத்தெட்டாம் நாள் பிறந்தார்.



தொடங்கிச் சிக்கலான அமைப்புடைய புரத மூலக்கூறுகள் வரை மாறுபட்டிருந்தது. பாலிங்கே முதன் முதலில் குவாண்டம் இயக்கக் கொள்கையை மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைப் பற்றி அறியப் பயன்படுத்தினார். மேலும் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவு (x-ray diffraction), எலக்ட்ரான் விளிம்பு விளைவு, காந்த விளைவு, அணுக்களிடையே உள்ள தொலைவு மற்றும் பிணைப்பு களுக்கிடையேக் காணப்படும் கோண அளவு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்க உதவும். வேதிச் சேர்மங்கள் உருவாதலின்போது பயன்படுத்தப்படும் வெப்பம் ஆகிய உத்திகளை மூலக்கூறு அமைப்பு ஆய்வுகளில் முதன்முதலில் பாலிங் பயன்படுத்தினார். வேதிப் பிணைப்புகளின் தொலைவையும், அவற்றிற்கிடையே காணப்படும் கோண அளவுகளையும் மூலக்கூற்று பண்புகளுடனும், மூலக்கூறுகளுக்கிடையே காணப்படும் இடையீடுகளுடனும் தொடர்புபடுத்தி அதில் வெற்றி கண்டார்.

கார்பன் அணுவில் காணப்படும் நான்கு இணைதிறன் பிணைப்புகளும் ஒரே தன்மையில் இருப்பதை விளக்கக் கலப்பின ஆர்ப்பிட்டால் (hybrid orbital) எனும் தத்துவத்தை உருவாக்கினார். மேலும் அணைவுச் சேர்மங்களில் மைய அயனியைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் அயனிகள் நிலைத்த அமைப்பைக் கொண்டவை என்பதையும் அவை கலப்பின ஆர்ப்பிட்டால்கள் மூலம் உருவானவை என்பதையும் அவர் கண்டறிந்தார். இவரின் செலுத்தப்பட்ட இணைதிறன் (directed valence) கொள்கை இவரின் தொடக்ககால ஆய்வுகளான சகபிணைப்பின் பகுதி அயனித் தன்மையை ஒட்டி அமைந்ததாகும். இவர் கண்டுபிடித்த எலக்ட்ரான் கவர்தன்மை (electronegativity) எனும் உண்மை, மூலக்கூறு அமைப்புகளை நிறுவுதலில் பெரிதும் உதவியது. ஒருசில சேர்மங்களின் மூலக்கூறு அமைப்புகளை ஒரு மூலக்கூற்று கட்டமைப்பால் நிறுவ இயலாதபோது அதை பல்வேறு அமைப்புகளின் கூட்டாக, அதாவது உடனியைவுக் (resonance) அமைப்புகளாக விளக்கலாம் என்று அவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த உடனியைவுக் கொள்கையை 1951இல் சோவியத் நாட்டைச் சேர்ந்த அறிவியலார் கடுமையாக எதிர்த்தபோதிலும் அவர்களின் வாதங்கள் ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்கவையல்ல என்று பின்னர் தெளிவாகியது. பிணைப்புகளைப் பற்றிய பாலிங்கின் ஆய்வுகளும், அவர்தம் கருத்துகளும் பல்வேறு ஆய்வு ஏடுகளில் தொடர்ச்சியாக வெளிவந்தன. இவற்றையெல்லாம் தொகுத்து, *The Nature of the chemical bond and the structure of molecules and crystals* (1939)

என்னும் நூலாக அவர் வெளியிட்டார். இந்த நூற்றாண்டின் இணையற்ற அறிவியல் படைப்பாக இது கருதப்படுகிறது.

1934ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் பாலிங் தமது மூலக்கூறு அமைப்பைப் பற்றிய ஆய்வுகளை வளரும் திசுக்கள் முதலான சிக்கலான பொருள்களுக்குப் பயன்படுத்தினார். குறிப்பாகப் புரதங்களுடன் அவற்றின் தொடர்பு பற்றி அவர் ஆய்வு நடத்தினார். குருதிச் சிவப்புச் செல்களில் காணப்படும் சிவப்புப் புரதமான ஹீமோகுளோபின் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்போது ஏற்படும் காந்த ஏற்புத் திறன் (magnetic susceptibility) ஆய்வு, இயற்கைப் புரதங்கள் (native proteins) (உயிர் நுண்ணுயிரிகளில் காணப்படும் செயலுறு புரதங்கள்), இயற்றன்மை நீக்கப்பட்ட புரதங்கள் (de natured proteins), திரள்புரதங்கள் அல்லது திண்மமாக்கப்பட்டப் புரதங்கள் (coagulated proteins) என்னும் பல் வேறு புரதங்களைப் பற்றிய ஆய்வுகளுக்கு வழிகோலியது.

பாலிங் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் வினைகளில் புரதங்களின் ஈடுபாடு குறித்து ஆர்வத்துடன் ஆய்வு நடத்தினார். 1940இல் இவர் ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த உயிரியலாரான மேக்ஸ் டெல்புரக் என்பாரோடு இணைந்து எதிர்ப்பொருள் - எதிர்ச்செனி வினைகளில் மூலக்கூறு (complementary) ஏற்படுவது குறித்து ஒரு கருதுகோளை உருவாக்கினார். பாலிங் புரத அமைப்புகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் இன்றியமையாமையைக் கண்டறிந்தார். மேலும் பெருமூலக்கூறுகளின் (macromolecules) அமைப்பிலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் தேவையை அவர் ஆராய்ந்தார். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளைச் சேர்ந்த ராபர்ட் பி.கோரேயுடன் இணைந்து அமினோ அமிலங்கள், பாலிபெப்டைடுகளைப் பற்றி இவர் நடத்திய ஆய்வுகள் சில புரதங்கள் எழு சுருள் (helical) அமைப்பைக் கொண்டுள்ளமையைத் தெளிவாக்கியது.

1940ஆம் ஆண்டுக்குப் பின் பாலிங் சிக்கல் - செல் (sickle cell) குருதிச் சோகைப் பற்றிய ஆய்வில் ஆர்வம் காட்டினார். அப்போது அவர் ஓர் உண்மையைக் கண்டுபிடித்தார். குருதிச் சிவப்பு அணுக்கள் சிரைக் குருதியில் (venous blood) மட்டும் பிறை வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய இயல்புநீரிய (abnormal) செல் உருமாற்றத்திற்கு ஹீமோகுளோபின் உருவாதலின்போது ஏற்படும் மரபுக் குறைபாடு (genetic defect) காரணம் என்று அவர் விளக்கினார். இவர்தம் ஆய்வுகள் தமனி வழியே குருதி செல்லும்போது ஆக்சிஜன் உடன்

இருப்பதால் இந்த விளைவு ஏற்படுவதிலிருந்து தடுக்கப்படுவதை மெய்ப்பித்தன. பாலிங் உணர்வகற்றத்தை விளக்கும் மூலக்கூறு வடிவமைப்பை (molecular model) 1961ல் உருவாக்கினார்.

அணு ஆயுதங்களுக்கு எதிரான நடவடிக்கைகள். அணு ஆயுதங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதாலும், ஆய்வு நடத்துவதாலும் ஏற்படும் பல்வேறு தீமைகள் குறித்து பாலிங் கவலை கொண்டிருந்தார். இவர்தம் கருத்துகள் 'No more war' (1958) என்னும் நூலில் தெளிவாக எழுதப்பட்டுள்ளன. 1958ஆம் ஆண்டு ஜனவரி மாதத்தில் அணு ஆயுதங்கள் ஆய்வு நடத்துவதற்கெதிராக 11,021 உலக அறிவியலார் கையெழுத்திட்ட அறிக்கையை ஐ. நா. சபையில் வெளியிட்டார். 1963ஆம் ஆண்டு அவர் கலிஃபோர்னிய தொழில் நுட்பக் கழகத்திலிருந்து விலகிச் சான்டோ பார்பராவில் அமைந்த ஜனநாயக அமைப்புகளைக் கண்டறிய நிறுவப்பட்ட மையத்தில் (Centre for the study democratic institution) உறுப்பினராகப் பணியேற்றார். அவர் இங்கிருக்கும்போது உலகில் அமைதி ஏற்படுவதை எவ்வாறு மேம்படுத்துவது என்பது குறித்தே பெரும்பாலும் சிந்தித்துக் கொண்டிருந்தார். 1962ஆம் ஆண்டிற்கான அமைதி நோபல் பரிசு 1963இல் பாலிங்கிற்கு வழங்கப்பட்டபோது அதற்கான காரணம் ஏதும் கொடுக்கப்படவில்லை. ஆனால் அணு ஆயுத ஆய்வு நடத்துவதற்கெதிராக ஏற்பட்ட உடன்படிக்கையில் இவர்தம் பங்கு குறித்தே இவருக்கு இப்பரிசு வழங்கப்பட்டதாகத் தெரிகிறது. பாலிங்கின் அமைதிக் கொள்கையால் இவருடன் நெருக்கமாக இருந்த பல அறிவியலார் கருத்து வேறுபாடு கொண்டு இவர்தம் நட்பை முறித்துக் கொண்டனர். இவருடைய அணு ஆயுத தடுப்பு நடவடிக்கைகளுக்கு எதிரான கருத்துகளை அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டரசும் சோவியத் நாட்டரசும் கொண்டிருந்தபோதிலும் இவர்தம் தாய்நாட்டுப் பற்றுக்கு எதிரான அறிக்கைகள் அரசியலாரால் எழுப்பப்பட்டன.

1969இல் கலிஃபோர்னியா பல்கலைக்கழகம், சான்டா பார்பரா ஆகிய இடங்களில் இவர் வகித்த பதவியைக் கலிஃபோர்னியா ஆளுநர் எடுத்த கல்விச் சீர்திருத்த நடவடிக்கைகளை எதிர்த்துப் பணி விலகினார். பின்னர் கலிஃபோர்னியாவில் இருக்கும் ஸ்டான்ஃபோர்டு பல்கலைக் கழகத்தில் வருகைதரு வேதியியல் பேராசிரியராகப் பதவியேற்றார். இருமுறை நோபல் பரிசை வென்ற பாலிங் அறிவியல் உலகத்தாராலும், உலக அமைதி நாடுவோராலும் பெரிதும் மதிக்கப்பட்டவராகத் திகழ்ந்தார். அவர் உள்நாட்டு,

வெளிநாட்டு பல்கலைக்கழகங்களில் பல உயர் பதவிகளை வகித்தார். இவர்தம் கூர்மையான அறிவால் அறிவியல் சிக்கல்களை உடன் அறிந்து, சிக்கல்களைத் தீர்க்கப் பயன்படும் வழிமுறைகளை எளிதில் கண்டுபிடித்து, பழமையான கொள்கைகளாக இருந்தாலும் அறிவுக்குப் பொருந்தாத வாதங்களை முனைப்புடன் எதிர்த்துத் தம் கொள்கைகளை நிறுவி வெற்றி கண்டார். இவருடைய அனைத்துக் கருதுகோள்களும் சரியானவையாக இல்லாவிடினும் அவை மேலும் பல்வேறு சிறப்புமிகு கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழிகாட்டியாக அமைந்திருந்தன.

த. தெய்வீகன்

## பாலி சல்ஃபைடு ரெசின்

கரிம டைஹாலைடைப் பாலி சல்ஃபைடுடன் குறுக்கம் செய்வதால் பாலிசல்ஃபைடு ரெசின்கள் கிடைக்கின்றன.

$$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} + n\text{Na}_2\text{S}_4 \rightarrow$$
  
1, 2-டைகுளோரோ சோடியம் பெட்ரா எத்தேன் சல்ஃபைடு



பாலி சல்ஃபைடு ரெசின்

பிஸ் (2-குளோரா எத்தில்) ஈதர் போன்ற பிற டைகுளோரைடுகளைப்  $(\text{Cl}(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{Cl})$  பயன்படுத்துவதன் மூலம், கிளைத்தொடர் பாலி சல்ஃபைடுகள் மாற்றப்படலாம். தீர்ம நிலையிலேயே குறுக்க வினை பெரும்பாலும் திகழ்த்தப் படுகிறது. இதிலிருந்து பின்னர் வினைப்பொருள் பிரிக்கப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது. பெரும்பாலான ஒற்றைப் படைக் கந்தகக் கூட்டுப் பொருள்களுக்குரிய குறிப்பிடத்தக்க மணத்துடன் அனைத்து பாலிசல்ஃபைடு ரெசின்களும் விளங்குகின்றன. நெடிய பல்லுறுப்புகளைத் துத்ததாக ஆக்கைடைப் பயன்படுத்திக் குறுக்கிணைப்புச் செய்யலாம்.

பாலி சல்ஃபைடு ரெசின்கள் கேசோலின் போன்ற கரைப்பான்களாலும் ஆக்சிஜன், ஒசோன் போன்ற வளிமங்களாலும் பாதிப்படைவதில்லை. இவ்வகைப் பல்லுறுப்புகளின் ஊடே வளிமங்கள் நுழைவதில்லை. பாலி சல்ஃபைடு ரெசின் பூச்சுப் பூசப்பட்ட பொருள் வேதிப் பொருள்களால் தாக்கமுறுவதில்லை.

ரப்பர் சேர்மங்களில் முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தப் பட்டது பாலி சல்ஃபைடு ரெசின் ஆகும். பிற வகை ரப்பர்களைப்



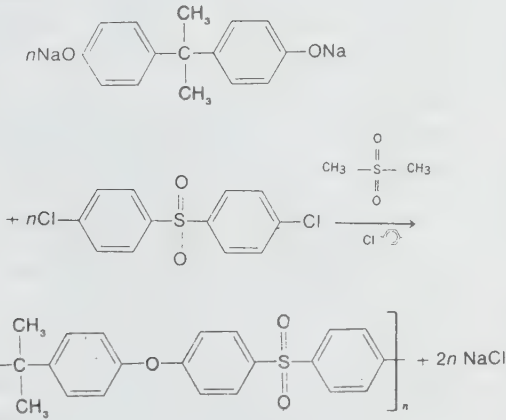
போல் பாலி சல்ஃபைடு ரெசின் பொருள்கள் வலிமையாக இராவிடிலும் அவற்றின் வேதியியல் எதிர்ப்புத் திறனால் பயனுள்ள பல்வகைப் பொருள்களைத் தயாரிக்க முடிகிறது. ஏலூர்திகளில் பயன்படும் திண்ம எரிபொருள் சேர்மக் கலவையில் முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பல்லுறுப்பிகளுள் பாலி சல்ஃபைடும் ஒன்றாகும்.

வி. அ. இளவழகன்

## பாலிசல்ஃபோன் ரெசின்

பொறியியல் துறையில் பயன்படும் இவ்வகை நெகிழிகளின் மூலக்கூறுகளில் சல்ஃபோன் தொகுதிகள் உள்ளன. (சல்ஃபோன்கள் என்பவை  $RSO_2R^1$  என்னும் வாய்ப்பாடு கொண்ட கரிமக் கந்தகச் சேர்மங்கள்) மிகு வலிமை, விறைப்புத்தன்மை, எளிதில் நொறுங்காத தன்மை முதலியன இவ்வகை நெகிழிகளின் சிறப்புப் பண்புகள் ஆகும்.

பிஸ்ஃபீனால் சேர்மத்தின் டைசோடியம் உப்பு  $P, P^1$  டைகுளோரோ டைஃபீனைல் சல்ஃபோனாடின் வினைபுரிந்து பாலிசல்ஃபோன் ரெசினைத் தருகிறது. இவ்வினை டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு, குளோரோபென்சின் முன்னிலையில் நிகழ்கிறது.



பாலிசல்போன் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூலப்பொருளான பிஸ்பீனால்-Aஐ ஃபீனாலுடன் அசெட்டோனை குறுக்க வினைக்குப்படுத்திப் பெறலாம்.

பாலிசல்ஃபோன் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறில் உள்ள அரோமாட்டிக் வளையங்களும் சல்ஃபோன் தொகுதிகளும் இவ்வகை நெகிழிகளுக்கு வெப்ப எதிர்ப்புத் திறனையும், ஆக்சிஜனேற்றத்தால் பாதிக்கப்படாத தன்மையையும்

தருகின்றன.  $-70^\circ - 150^\circ\text{C}$  வரையிலான வெப்ப வரம்பிற்குள் இந்த ரெசினைப் பயன்படுத்தலாம். அமிலங்கள், காரங்கள், நீர், கரிமக்கரைப்பான்கள் ஆகியவற்றால் இவை பாதிக்கப் படுவதில்லை. வெப்பம் தாங்கும் இயல்பிலும், வெப்ப மாற்றத்திற்கு ஈடுகொடுப்பதிலும் இந்நெகிழிகள் சிறந்து விளங்குகின்றன. இவ்வகை நெகிழிகளைத் தொடர்ந்து பல ஆண்டுகள் பயன்படுத்தினாலும் உருக்குலைவு மிகுதியாக ஏற்படுவதில்லை. இப்பண்புகள் காரணமாக மின்னணுவியல் துறையிலும், ஊர்தித் தொழிலிலும் சில உறுப்புகளைத் தயாரிக்க இவை பயன்படுகின்றன. பாலிசல்ஃபோன் ரெசின்கள் (நெகிழிகள்) கொண்டு வீட்டுப் பயன்பாட்டுப் பொருள்களையும் நீர்க்குழாய்களையும் தயாரிக்கலாம்.

பல்லுறுப்பாக்கல் வினையில் பயன்படுத்தப்படும் சல்ஃபோன்களின் அமைப்பு வேறுபாட்டிற்கேற்பப் பல வகையான பாலிசல்ஃபோன்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. பாலிஈதர் சல்ஃபோன், பாலி - அரைல் சல்ஃபோன் போன்ற ரெசின்களை  $215^\circ\text{C}$  வரை பயன்படுத்தலாம். பாலிஈதர் சல்ஃபோன் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறில், ஃபீனைல் தொகுதிகள் ஈதர் தொகுதியுடனும் சல்ஃபோன் தொகுதியுடனும் மாறி மாறி இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பாலிஅரைல் சல்ஃபோன் பல்லுறுப்பு மூலக்கூறில் டைஃபீனைல் மற்றும் ஃபீனைல் தொகுதிகள் ஈதர் பினைப்பாலும் சல்ஃபோன் தொகுதிகளாலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

க. சேது

## பாலிசாக்கரைடு

உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய கார்போ - ஹைட்ரேட்டுகளாகிய பாலிசாக்கரைடுகள் (polysaccharides) நீராற்பகுப்பின்போது ஐந்து அல்லது ஆறு கார்பன் அணுக்கள் அடங்கிய ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாக (monosaccharides) பிரிகையடைகின்றன. பாலிசாக்கரைடுகளைப் பல்லுறுப்பிகளாகக் கருதலாம். ஏனெனில் இவற்றில் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் கிளைக்கோசைடு பிணைப்பின் வழியாக நீர் மூலக்கூறை வெளியேற்றி ஒன்றிற்கொன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆறு கார்பன் அணுக்களை கொண்ட சாக்கரைடுகளை (hexoses) ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாக இணைத்திருக்கும் ஒரு பாலிசாக்கரைடின் வினைவழிமுறையைப் பின்வருமாறு எளிதாக குறிப்பிடலாம்.



பாலிசாக்கரைடு எனும் சொற்றொடர் 10 அல்லது மேற்பட்ட ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளை இணைத்திருக்கும் சேர்மங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். ஸ்டார்ச், கிளைக்கோஜன், டெக்ஸ்ட்ரான் போன்ற பாலிசாக்கரைடுகள் பல்லாயிரக்கணக்கான D-குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய 2 - 9 ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறுகளை இணைத்திருக்கும் சாக்கரைடுப் பல்லுறுப்பிகள் குறை சாக்கரைடுகள் (oligosaccharides) எனப்படும்.

பாலிசாக்கரைடுகள் பொதுவாக நீரில் கரைவதில்லை. அவ்வாறு கரைந்தாலும் கூழ்மக் கரைசல்களையே (colloids) உண்டாக்குகின்றன. பெரும்பாலும் இவை படிக உருவமற்ற (amorphous) சேர்மங்களாகவே உள்ளன. ஆனாலும் செல்லுலோஸ், கைட்டின் போன்ற பாலிசாக்கரைடுகளின் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வுகள் இச்சேர்மங்கள் தெளிவான படிகக் கட்டமைப்பைக் கொண்டுள்ளமையை விளக்குகின்றன. பொதுவாகப் பாலிசாக்கரைடுகள் நொதிக்கவும், ஒடுக்கமடையவும் செய்வதில்லை. பல்லுறுப்பியின் சங்கிலித் தொடர் இறுதியில் இருக்கும் ஒடுக்கமடையும் தொகுதியின் விளைவாக இவை நுண்ணளவு ஒடுக்கப் பண்பைப் பெற்றிருக்கலாம். இச்சேர்மங்கள் ஒளிகழற்சித் திறன் பெற்றவை. ஆனால் இவற்றிற்கு மாற்றுச் சுழற்சி (muta rotation) கிடையாது. காரக் கரைசல்களில் இவை நிலைப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளன.

பாலிசாக்கரைடுகள் கிளைக்கோஜன், இனூலினைப் போல சேமிப்புச் சத்து பொருள்களாகவோ, செல்லுலோஸ், கைட்டின் போலத் திண்மையுடைய அமைப்புகளை உருவாக்குவனவாகவோ உடலில் பணிபுரிகின்றன. ஆனால் சில கேல்க்டென், மேனேன் போன்றவை மேற்குறிப்பிட்ட இரண்டு பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. அமிலங்கள் அல்லது சில வகை நொதிகள் மூலம் பாலிசாக்கரைடுகளை வினைப்படுத்தும்போது அவை அவற்றின் மூல ஒருறுப்பிகளாகச் சிதைவடைகின்றன. சில பாலிசாக்கரைடுகள் நீராற்பகுப்பினால் எளிய வகைச் சர்க்கரைப் பொருள்களையே உண்டாக்குகின்றன. சர்க்கரைப் பொருள்களுடன் D-குளுக்கோரோனிக் அமிலம் அல்லது கேல்க்ட்ரோனிக் அமிலம் (பொதுவாக யூரோனிக் அமிலம் எனக் குறிப்பிடப்படும்), ஹெட்சோசமின் போன்ற சர்க்கரைப் பெறுதிகளும் உண்டாகலாம். மேலும் அசெட்டிக் அமிலம், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் போன்ற சர்க்கரையில்லாத் சேர்மங்களும் கிடைக்கலாம்.

பாலிசாக்கரைடுகளில், சாக்கரைடு மூலக்கூற்றுத் தொகுதிகள் நீள் தொடராக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை செல்லுலோஸ், அமைலோஸ் போன்றவற்றில் இருப்பதைபோல் கிளைத்தொடர் இராமலோ, அமைலோ பெக்டின் மற்றும் கிளைக்கோஜன் போன்றவற்றில் இருப்பதுபோல் கிளைத்தொடர்களுடனோ அமைந்திருக்கலாம். ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளுக்கிடையில் காணப்படும் பிணைப்பு 1, 4-அல்லது 1, 6 - கிளைக்கோசைடு பிணைப்பாக இருக்கலாம். இவற்றில் α அல்லது β புற அமைப்பு (configuration) அமைந்திருக்கலாம். கிளைத்தொடர் அமைப்புக்கொண்ட கிளைக்கோஜன் சேர்மம் 1, 4 மற்றும் 1, 6 பிணைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இதைத் தவிர வேறு வகைப் பிணைப்புகளும் இருக்கலாம்.

கார்போஹைட்ரேட் வகைப்பாட்டைச் சீர்ப்படுத்தக் கிளைக்கேன் (glycan) எனும் பொதுப்பெயர் பாலிசாக்கரைடை ஒத்த தொடராக அறிமுகப் படுத்தப்பட்டது. இச்சொல்லின் முதற்பகுதியான gly என்பது எளிய சர்க்கரையைக் குறிப்பிடும் குளுக்கோசையும், an எனப்படுவது சர்க்கரைப் பல்லுறுப்பியையும் குறிக்கிறது. சான்றாக, சைலோஸ் வழிப் பல்லுறுப்பிகளை சைலேன் (zylan) என்றும், மானோஸ் வழிவந்தவற்றை மானேன் என்றும் கேல்க்டோஸ்-மானோஸ் இணைப்பல்லுறுப்பி வழிவந்தவற்றைக் கேல்க்டோமேனேன்கள் என்றும் குறிப்பிடுவதைக் காணலாம். செல்லுலோஸ், ஸ்டார்ச் ஆகியன குளுக்கோன் அல்லது குளுக்கோ கிளைக்கேன் என்று வழங்கப் படுகின்றன. இவற்றில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றுத் தொகுதிகள் இணைந்திருப்பதாலேயே இவ்வாறு குறிப்பிடப்படுகின்றன.

சாதாரணமாகப் பாலிசாக்கரைடுகள் அவற்றில் இணைந்திருக்கும் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் பல்வேறு வகைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிரிவு படுத்தப்படும். சான்றாக, செல்லுலோஸ் அல்லது ஸ்டார்ச் போன்ற பாலிசாக்கரைடுகள் நீராற்பகுப்படைந்து ஒரே வகை ஒற்றைச் சாக்கரைடை (D- குளுக்கோஸ்) உண்டாக்குகின்றன. இவ்வகைப் பாலிசாக்கரைடுகள் ஒரினப் பாலிசாக்கரைடுகள் (homopolysaccharides) எனப்படும். மாறாக ஹையலூரானிக் அமிலம் போன்ற பாலிசாக்கரைடுகள் முழுமையாக நீராற்பகுப்படைந்து ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒற்றைச் சாக்கரைடு வகைகளை உண்டாக்குகின்றன. எ-கா: அசெட்டைல் குளுக்கோசமின் மற்றும் குளுக்கோரோனிக் அமிலம். இந்தப்



பாலிசாக்கரைடுகள் பல்லினப் பாலி சாக்கரைடுகள் (hetero polysaccharides) எனப்படும். காண்க: சாக்கரைடுகள்.

த. தெய்வீகன்

துணைநூல்.

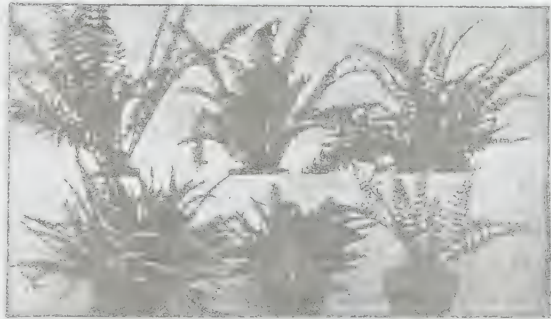
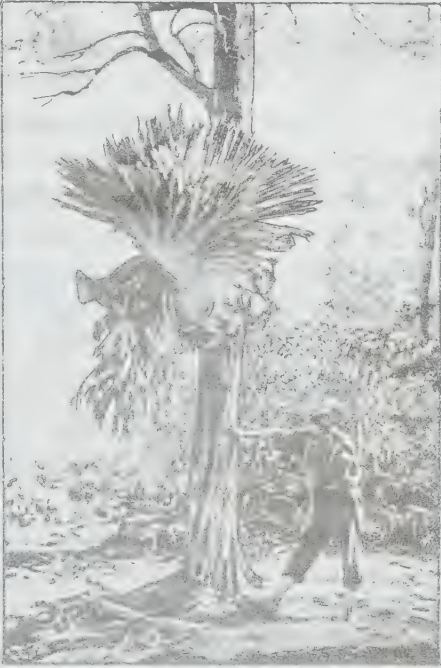
க. காலசாமி, கார்போஹைட்ரேட்,

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை 1973.

## பாலிபோடியேல்

பெரணிகளில் மிகப் பெரியத் துறை பாலிபோடியேல் (polypodiale) என்றும், ஃபிலிகேல் (filicale) என்றும் குறிக்கப்படும். இந்தத் துறையில் 250 பேரினங்களும் 9000 இனங்களும் அடங்கியுள்ளன. குளிர் மண்டலங்களில் இது காணப்பட்டாலும் ஈரமான வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் இது மிகுந்து காணப்படுகிறது. மிகச் சிறிய பாசி போன்ற அமைப்பிலிருந்து மரம் போன்ற பெரிய தாவரங்கள் வரையிலான பலவகை வளரியல்புகளை இது பெற்றுள்ளது.

பல பெரணிகள் தொற்றுத் தாவரங்களாகவும், ஏறு கொடிகளாகவும் உள்ளன. ஒரு சில பெரணிகள் நீர் வாழ்வன. வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் காணப்படும் மரப் பெரணிகள் உருவத்தில் தென்னை, பனை மரங்களைப் போல் நீண்ட கிளைகளற்ற அடிமரத்தையும், நுனிப்பகுதியில் கொத்தான பெரிய இலைகளையும் கொண்டு உள்ளன. பாலிபோடியேல் பெரணிகள் ஏனைய பெரணிகளில் இருந்து ஸ்பொராஞ்சிய வளர் முறையில் மாறுபடுகின்றன. இத்தகைய வளர்முறை லெப்டோஸ்பொராஞ்சியேட் (leptosporangiate) எனப்படும். அதாவது ஸ்பொராஞ்சியம் ஒருதனிப் பரப்புச் செல்லில் இருந்து வளர்ச்சி அடையும். இச்சிறிய ஸ்பொராஞ்சியத்தில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் விதைகள் உள்ளன. விதைச் சுவர்ச் செல்களில் சமமற்ற தடிப்புகள் (annulus) உண்டு. ஸ்பொராஞ்சியம் முதிர்ச்சி அடையும் போது இந்தச் செல்கள் விதைச் சுருள் போல் செயல்பட்டு, விதைச் சுவரை வெடிக்கச் செய்வதால் அதன் வழியே விதைகள் வெளியேறுகின்றன. பாலிபோடியேல் வகைப் பெரணிகள் வீட்டிலும் தோட்டங்களிலும் அழகு தாவரங்களாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

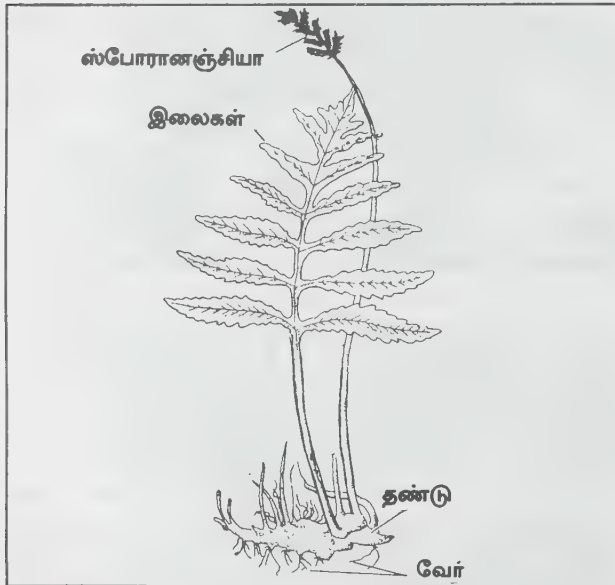


படம் 1. பாலி போன்ற அமைப்பு முதல் மரம் போன்ற பெரிய தாவர உருவங்கள் வரை பல வகைப் பாலிப் போடியேல்கள்

அவை பழமை உயிரிக்காலம் முதல் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களாகக் கிடைத்துள்ளன.

**அமைப்பு.** இத்தகைய விதைத் தாவரம், தெளிவாக பெரிய அமைப்புடனும் திசு வேறுபாடு உடைய வேர், தண்டு, இலைகளுடனும் காணப்படும். குளிர் மண்டலங்களில் காணப்படும் பெரணி தரைக்கீழ்த்தண்டு, மட்டநிலத் தண்டு ஆக உள்ளது. இதிலிருந்து கிளைகள் தலைமேல் உண்டாவதில்லை. சில பெரணிகள் மட்டநிலத் தண்டுகளில் நேராக வளரும் கிளைகளும் உள்ளன. இவற்றின் இலைகள் ஒவ்வோர் ஆண்டு இறுதியிலும் உதிர்ந்து, அடுத்த வளர்பருவத்தில் புதிய இலைகள் தோன்றுகின்றன. வெப்ப மண்டலப் பெரணிகளின் இலைகள் உதிராமல் நிலைத்து நிற்கின்றன. எனவே இலை மாறாப் பசுமை நிறம் உடையவை. இவற்றின் தளிர் இலைகள் கடிகாரச் சுருள் போன்று சுருண்டிருப்பது இந்தப் பெரணிகளின் குறிப்பிடத்தக்கப் பண்பு ஆகும்.

ஒரு சில பெரணிகளில் மட்டும் தனி இலைகள் உள்ளன. பெருமபாலான பெரணிகளில் சிறகுக் கூட்டிலைகள் உண்டு. கூட்டிலைகளில் முதல்நிலைச் சிற்றிலைகளும், இரண்டாம் நிலைச் சிற்றிலைகளும் உள்ளன. கூட்டிலைகள் ஒரு மடங்கு கூட்டிலையாகவும், பன்மடங்கு கூட்டிலையாகவும் இருக்கும். இலைகளின் நரம்புகள் குறிப்பிடத்தக்க முறையில்



படம் 2. பாலிபோடியாப்சிடா

கவட்டுக்கிளை அமைப்புடன் இணையாமல் காணப்படும். வேரில் ஒரு முதன்மைக் கிளை உள்ளது.

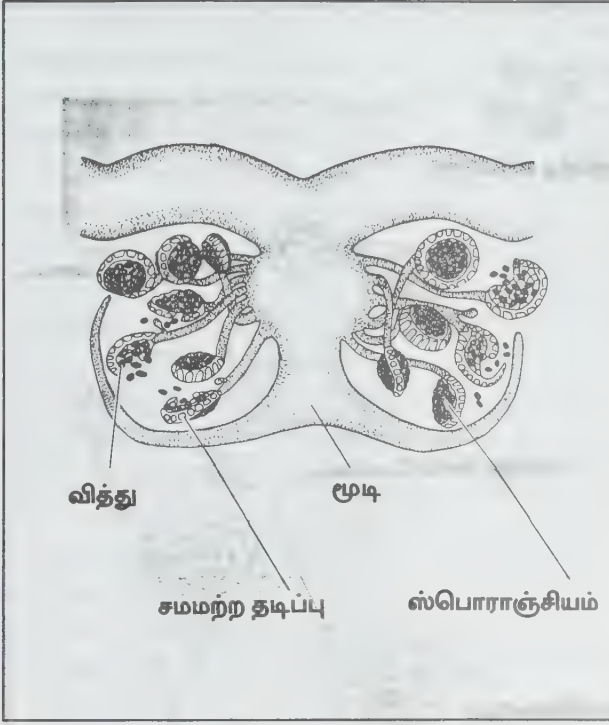
இதே வகையான கிளை அமைப்பே தண்டிலும் காணப்படுகிறது. இருப்பினும் தண்டில் கவட்டுக் கிளை அமைப்பு இருக்கும். வேர், தண்டுகளில் நுனி வளர்ச்சி ஒரு தனித்த பெரிய ஆக்குதிசுச் செல்லால் நடைபெறுகிறது. வேர், இலைகளின் உள்ளமைப்பு விதைத் தாவரங்களை ஒத்துள்ளது. பெரும்பாலான பெரணிகள் நிழலில் காணப்படுவதால் இலையில் உள்ள இலை இடைத்திசுவில் பாலிசேடு, பஞ்சுத் திசுக்களுக்கு இடையே தெளிவான வேறுபாடுகள் இல்லாமல் செல்களுக்கு இடையே பல பெரிய செல் இடைவெளிகள் காணப்படுகின்றன.



படம் 3. சுருள் தளிர் இலைகள்

பெரணிகள் உள்ள சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் நான்கு வகைப்படும். புரோடோஸ்டில் (படம் 4. அ) என்பதன் மையத்தில் தக்கை (pith) திசு இல்லாமல் நீர் கடத்தும் ஸைலம் திசு இருந்து, அதை முற்றிலும் சூழ்ந்து உணவு கடத்தும் புளோயம் உள்ளது. இருப்பக்கம் சூழ் சைஃபொனோஸ்டில் (படம் 4ஆ) என்பதன் மையத்திலுள்ள தக்கைப் பகுதியை ஸைலம் சூழ்ந்துள்ளது; ஸைலத்தின் இரு பகுதிகளிலும் புளோயம் உள்ளது; புளோயம் வெளி சூழ் ஸைஃபொனோஸ்டில் (ectophloic siphonostele) (படம் 4இ) என்பதன் மையத்தில் தக்கைப்பகுதியும் அதைச் சூழ்ந்து ஸைலமும் அதன் வெளிப்புறத்தில் மட்டும் புளோயமும் காணப்படும். இது இயல்பாக பல பெரணிகளிலும் காணப்படுகிறது. உண்மையான பெரணிகளில் கேம்பியம் (cambium) இருப்பதில்லை. எனவே பெரணிகளில் உள்ள திசுக்கள் யாவும் முதல்நிலைத் திசுக்களே: ஸைலம் மையத்திலிருந்து இரு திசைகளில் வெளி உள் நோக்கி வளர்ச்சி அடைவதால் இது இடைநிலை ஸைலம் வளர்ச்சி (mesarch xylem) எனப்படும். முதல் நிலை ஸைலத்தில் உள்ள டிராக்டுகள் சுருள் தடிப்பு உள்ளவை. அத்தகைய தடிப்புகள் செல் சுவர்களில் பட்டைகளைப் போல் தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலான





படம் 4.

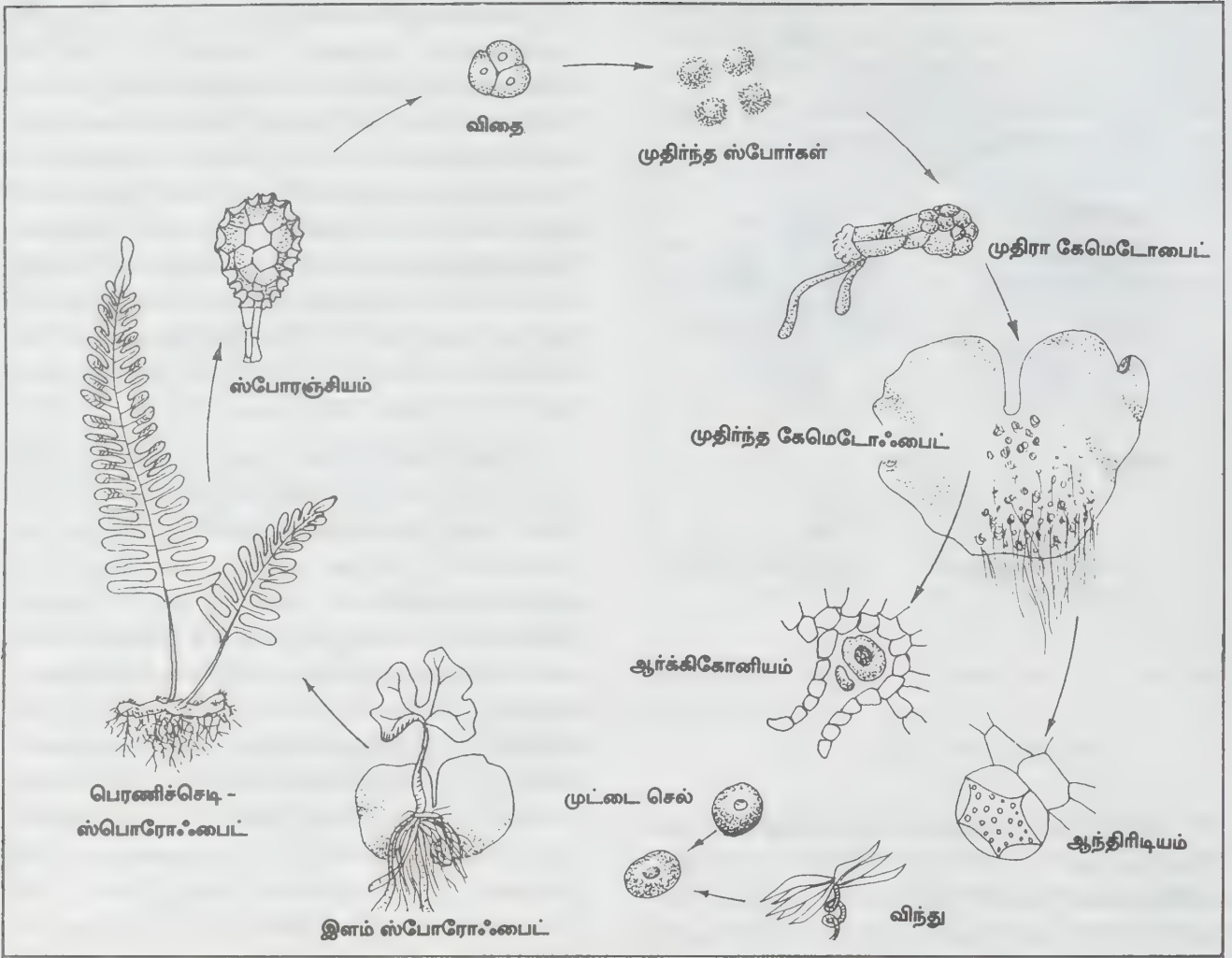
பெரணிகளின் தண்டுகளில் தடித்த செல்கவர்கள் உள்ள ஸ்கிளரன்கைமா செல்கள் மிகுதியாக உள்ளன. புரோடோஸ்டில் உள்ள தண்டுகளைத் தவிர ஏனைய தண்டுகளில் இலைகளுக்குச் செல்லும் சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகளால் இலை இடைவெளிகள் உண்டாகி, டிக்கியோஸ்டில் (படம் 4ஈ) என்பதன் அமைப்புப் பெறுகிறது.

சந்ததி மாற்றம். பெரணிகளின் வாழ்க்கைச் சூழலில் இருவிதச் சந்ததிகள் உள்ளன. விதைத் தாவரமான இதில் இருந்து உண்டாகிய விதைகள் நிலத்தில் விழுந்து முளைத்துச் சிறிய இதய வடிவமான தட்டையான இணைவித் தாவரத்தை (gametophyte) உருவாக்குகின்றன. இத்தகைய இணைவித் தாவரத்திலிருந்து ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளான ஆந்தரிடியம், ஆர்க்கிகோனியம் ஆகியன உண்டாகி, அவற்றிலிருந்து முறையே ஆண் இணைவியும் பெண் இணைவியும் தோன்றுகின்றன. இந்த ஆண், பெண் இணைவிகள் இணைந்து கருவுறுதலை நிறைவு செய்து, கருமுட்டை உண்டாகி, அதிலிருந்து புதிய விதைத் தாவரம் உருவாகிறது. அனைத்துப் பெரணிகளிலும் ஸ்போர்கள் பல செல்களைக் கொண்ட ஸ்பொராஞ்சியத்திலிருந்து விதைகள் தோன்றுகின்றன. ஒரு சில இனங்களைத் தவிரப்

பெரும்பாலானவற்றின் விதைகள் கூட்டமாக ஸ்பொராஞ்சிய தொகுதிகளாக உள்ளன. வளமுடைய இலையின் அடிப்புறத்தில் இத்தகைய ஸ்பொராஞ்சிய தொகுதிகள் நடு நரம்பிலும், இலை விளிம்பிலும், இலையின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு ஸ்பொராஞ்சிய தொகுதியும் ஒரு மூடியினால் (indusium) பகுதியாகவோ முழுமையாகவோ மூடிப் பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய மூடி பலவிதமான வடிவங்களில் அமைந்திருக்கும். ஒரு சில பெரணிகளின் ஸ்பொராஞ்சிய தொகுதிகள் மூடியின்றி இருக்கும். ஒரு சில பெரணிகளின் இலை விளிம்புகள் ஸ்பொராஞ்சிய தொகுதியை மூடியிருக்கும். அதற்குப் போலி மூடி (false indusium) என்று பெயர்.

பெரணிகளின் இலைகள் உணவு தயாரிக்கும் பணியை மட்டும் செய்யும் அல்லது சில இலைகள் ஸ்பொராஞ்சியத்தைக் கொண்டிருந்து இனப்பெருக்கப் பணியை மட்டும் செய்யும்; சில பெரணிகளின் இலைகள் உணவு தயாரித்தலையும், இனப்பெருக்கத்தினையும் சேர்த்து செய்யும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. ஸ்பொராஞ்சியத்தில் உள்ள விதை தாய்ச் செல் வரை விதைத் தாவரத்தின் அனைத்துச் செல்களிலும் இருமயக் (diploid) குரோமோசோம்கள் உள்ளன. ஒரு விதைத் தாய்ச் செல்லில் குன்றல் பகுப்பு நிகழ்ந்து, அதிலிருந்து நான்கு ஒருமய (haploid) விதைகள் உண்டாகின்றன. பெரும்பாலான பெரணிகளில் உள்ள விதைகள் யாவும் ஒரே தன்மையானவை (homosporous). ஒவ்வொரு ஸ்பொராஞ்சியத்திலிருந்தும் பொதுவாக, 48 - 64 விதைகள் உண்டாகின்றன. சில பெரணிகளில் அவற்றின் எண்ணிக்கை 16 அல்லது 512 இருக்கலாம்.

டிரையாப்டெரிஸ் (dryopteris) பெரணியிலிருந்து ஒரு பருவத்தில் 5 கோடி விதைகள் உண்டாயின. விதைகள் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் ஆண்லைஸ் செல்களின் சுருங்கி விரியும் இயக்கத்தால் ஸ்பொராஞ்சியம் உடைந்து அதிலிருந்து விதைகள் நான்கு திசைகளிலும் சிதறிப் பரவுகின்றன. விதை என்பது இணைவு தாவரச் சந்ததியின் முதல் செல்லாகும். ஒவ்வொரு விதையும் முளைத்து, அதிலிருந்து குட்டையான ஒரு நுனி ஆக்கு செல் தோன்றுகிறது. இது பல முறை பகுப்படைந்து இதய வடிவமான அல்லது மடல்கள் உடைய இணைவித் தாவரத்தை உண்டாக்குகிறது. பெரும்பாலான பெரணிகளில் உள்ள இணைவித் தாவரம் (monoecious) ஒரில்லம் உடையது. அதாவது அதிலிருந்து ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இரண்டும் தோன்றுகின்றன. இணைவித்தாவரம் வளர் நிலையிலேயே அதில் ஆண் இனப்பெருக்கு உறுப்புகளாகிய ஆந்தரிடியங்கள்



படம் 5. பெரணியின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி

அடிப்பகுதியிலிருந்து உண்டாகின்றன. இணைவித் தாவரம் முதர்ச்சியடைந்த பிறகு, அதன் வளர் முனைக்குக் கீழே உள்ள பல செல் மெத்தைப் பகுதியிலிருந்து பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளாகிய ஆர்க்கிகோனியங்கள் தோன்றுகின்றன. பல இணைவித் தாவரங்கள் கூட்டமாக அருகருகே தோன்றுவதால் ஆந்திரிடியத்தில் இருந்த ஆண் இணைவிகள் அவற்றை அடுத்துள்ள இணைவித்தாவரத்தில் உள்ள ஆர்க்கிகோனியத்தை நோக்கி நீரில் நீந்திச் சென்று கருவுறுதலை திகழ்த்துகின்றன. இணைவித்தாவரத்தின் உருவம் அதில் உள்ள வேர்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவை அந்தச் சூழலில் உள்ள ஒளியின் தன்மை, செறிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைகின்றன. விதைகள் முளைக்கவும் ஒளி தேவைப் படுகிறது. வலிமைவாய்ந்த வெள்ளை அல்லது நீல நிற ஒளியில் இயல்பான தட்டையான இணைவித்தாவரம் பல வேர்களுடன் உண்டாகிறது. ஒளிச் செறிவு குறைந்தபோதும், சிவப்பு நிற

ஒளியிலும் இணைவித்தாவரம் முறையான வளர்ச்சி பெறாமல் இழைபோல் ஒரு சில வேர்களுடன் காணப்படும்.

உருண்டையான ஆந்திரிடியம் சிறிய காம்புடன் அல்லது காம்பில்லாமல் நேரிடையாக இணைவித் தாவரத்துடன் இணைந்திருக்கும். ஒவ்வோர் ஆந்திரிடியத்தில் இருந்தும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலேயே ஆண் இணைவிகள் உண்டானாலும், பல ஆந்திரிடியங்கள் கூட்டமாகத் தோன்றுவதால் அவற்றிலிருந்து போதுமான எண்ணிக்கையில் ஆண் இணைவிகள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வோர் ஆண் இணைவியும் பெரியதாகவும், திருகு முறையில் சுருண்டும், பல கசையிழைகளைக் கொண்டும் அமையும். ஆர்க்கிகோனியம் இணைவித் தாவரத்தில் பதிந்திருக்கிறது. அதன் பெண் இணைவியான முட்டை உடைய அடிப்பகுதி இணைவித் தாவரத்தில் பதிந்து அதன் சுழத்துப் பகுதி மட்டும் வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். ஆர்க்கிகோனியத்தில்



உள்ள வென்டிரல் குழல் செல், கழுத்துக்குழல் செல் ஆகியன அழிந்து ஆர்க்கிகோனியத்திலிருந்து வெளியேறி, அவை ஆண் இணைவினை ஆர்க்கிகோனியத்தினுள் ஈர்க்கும் ஆற்றல் பெறுகின்றன. இவற்றால் ஈர்க்கப்பட்ட ஆண் இணைவி பெண் இணைவியுடன் இணைந்து கருவுறுதல் நிகழ்ந்து கருமுட்டை உண்டாகிறது. கருமுட்டையில் முதலில் ஒரு நீள் பகுப்பும் பிறகு ஒரு குறுக்குப் பகுப்பும் ஏற்பட்டு, நான்கு செல் நிலை உண்டாகிறது. இவை பகுப்பு அடைந்து 8 செல்திலை ஏற்படுகிறது. முன்புறம் உள்ள இரண்டு செல்கள் தலைக்கீழ் தண்டினையும் பின்புறம் உள்ள இரண்டு உள் செல்கள் பாதப் (foot) பகுதியையும் உண்டாக்குகின்றன. இது தற்காலிகமான உறிஞ்சு உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. முன்புறம் உள்ள வெளியே அமைந்த இரு செல்களிலிருந்து முதல் இலையும் ஏனைய இரு செல்களிலிருந்து முதல்திலை வேரும் உண்டாகின்றன. முதல் இலை பல இடைதிலை மாறுதல்கள் அடைந்து இறுதியில் முதிர்ச்சி அடைந்த பெரணியின் உருவத்தை அடைகிறது. இவ்வித இலைகளில் இருந்து ஸ்பொராஞ்சியங்களும் விதைகளும் தோன்றுகின்றன.

சிலர் சைலோடாப்சிடா (psilotopsida) தாவரங்களில் இருந்து தோன்றியது என்று இதைக் கருதுகின்றனர். பாலிபோடியாப்சிடா வகையைச் சேர்ந்த தாவரங்களிலிருந்து தற்காலத்தில் உள்ள மாக்னோலியோ ஃபைட்டா (magnoliophyta) வகை விதைத் தாவரங்களும் சைகடு (cygad) வகைத் தாவரங்களுக்கும் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

கே. ஆர். பாலச்சந்திர கணேசன்

## பாலியால்

ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளைக் (-OH) கொண்ட சேர்மங்கள் பாலியால் (polyol) எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இவை பாலிஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் என்றும் வழங்கப்படும். அலிஃபாட்டிக் அணுக்கட்டமைப்பில் ஒவ்வொரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதியும் வெவ்வேறு காப்பன் அணுக்களுடன் இணைந்திருக்கும். இவ்வகைப்பாட்டில் கிளைக்கால், கிளிசரால், பென்ட்டா எரித்ரிட்டால் மற்றும் டிரைமெத்திலால் எத்தேன், டிரைமெத்திலால் புரோப்பேன் 1, 2, 6 - ஹெக்சேன் டிரையால், சார்பிட்டால், ஐயனோ சிட்டால் பாலிவினைல் ஆல்கஹால் போன்ற பிற சேர்மங்களும் அடங்கும்.

பாலியால் தாவர, விலங்கின மூலங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. மேலும் பல்வேறு முறைகளால் இதைச்

செயற்கையாகத் தொகுக்கவும் செய்யலாம். எப்பாக்கைடு அல்லது குளோஹைட்ரினை தீராப்பகுப்பதால் 1, 2 கிளைக்கால், கிளிசரால் ஆகியன கிடைக்கின்றன. ஃபார்மால்டிஹைடு அசெட்டால்டிஹைடு, புரோப்பியனால்டிஹைடு, பியூட்டா னால்டிஹைடு ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிவதால் முறையே பென்ட்டா எரித்ரிட்டால், டிரைமெத்திலால் மெத்தேன், டிரைமெத்திலால் புரோப்பேன் ஆகியன விளைகின்றன. சர்க்கரையை வினையூக்க ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் சார்பிட்டால் கிடைக்கிறது; 2 - ஹைட்ராக்சி அசெட்டால்டிஹைடு எனும் சேர்மத்தை ஒடுக்குவதால் 1, 2, 6 - ஹெக்சேன் டிரையால் உண்டாகிறது. பாலிவினைல் ஆல்கஹால் தொழிலகத் தயாரிப்பில் பாலிவினைல் அசெட்டேன் சோப்பாக்கம் (saponification) செய்யப்படுகிறது.



கிளிசரால், பென்ட்டா எரித்ரிட்டால், டிரைமெத்திலால் எத்தேன், டிரைமெத்திலால் புரோப்பேன் போன்ற பாலியால்கள் அல்கஹைடு ரெசின் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை ரெசின்கள் பளபளப்பான கவர்ச்சிமிகு மேற்பூச்சுகளாகச் செய்யப் படுகின்றன. இவ்வகை கிளைக்கால் கிளிசரால் 1, 2, 6 - ஹெக்சேன் டிரையால், சார்பிட்டால் ஆகியன ஈரம் காப்பியாகவும் (humectant) ஆகவும், ஐலேட்டின், வஜ்ஜிரம் (glue) போன்றவற்றிற்கு நெகிழி ஆக்கியாகவும் (plasticizer) உதவுகின்றன. கிளைக்கால், கிளிசரால், பென்ட்டா எரித்திட்டால் ஆகியவற்றை ஹைட்ரோ ஏற்றம் செய்வதால் வெடி மருந்துப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

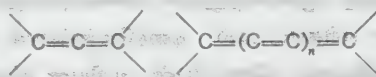
பாலியால் பல்லுறுப்பி யூரத்தேன் வகை நுரை மெத்தைத் தயாரிப்பில் பயனாகிறது. டை முதல் ஆக்ட்டா ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் வரையான பாலியால்களுடன் இணைந்த பாலி ஆக்சி எத்திலீன் அல்லது பாலி ஆக்சி புரோப்பிலீன் பல்லுறுப்பிகள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன.

த. தெய்வீகன்

## பாலியீன்

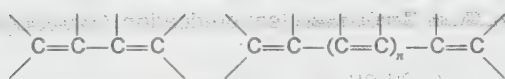
மூலக்கூறு ஒன்றில் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட எத்திலீன் பிணைப்புகள் உடைய கரிமச் சேர்மங்கள் பாலியீன்கள் (polyenes) எனப்படும். இவ்வகைச் சேர்மங்களைப் பாலி அல்கஹைன் எனக் குறிப்பிடுவதும் உண்டு.

பாலீன்கள் மூவகை நிலைகளில் தோன்றும். முதல் வகையில் தொடர் இரட்டைப் பிணைப்புகள் அமைந்து இச்சேர்மங்களுக்குத் தொடர் நிறைவுறாத தன்மையைக் (cumulative unsaturation) அளிக்கும்.



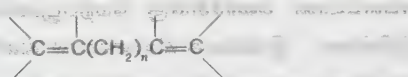
தொடர் இரட்டைப் பிணைப்புகள்

இரண்டாம் நிலையில் ஒன்று விட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகள் உள்ள சேர்மங்களில் இரட்டைப் பிணைப்புகளும் ஒற்றைப் பிணைப்புகளும் ஒன்று விட்டு ஒன்றாக மாறி வரும்.



ஒன்றுவிட்ட இணைப்புகள்

தனித்த (isolated) நிறைவுறாத் தன்மையுடைய மூலக்கூறுகளில் இரட்டைப் பிணைப்புகளுக்கிடையே இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட ஒற்றைப் பிணைப்புகள் அமைந்து இரட்டைப் பிணைப்புகளைப் பிரிக்கும் வகை மூன்றாவதாகும்.



**தனித்த இரட்டைப் பிணைப்புகள்**

பாலியின்களின் வேதிப் பண்புகள் அம்மூலக்கூறுகளில் உள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளின் அமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடும். தனித்த இரட்டைப் பிணைப்புடைய மூலக்கூறுகளில் ஒவ்வோர் இரட்டைப் பிணைப்பும் தனித்து வினைப்படும். இதன் விளை ஒர் இரட்டைப் பிணைப்புடைய அல்க்கீன் மூலக்கூறின் வினையை ஒத்திருக்கும்.

அல்லீன்கள் தொடர் இரட்டைப் பிணைப்புடைய மூலக்கூறுகள் ஆகும். ஒளிச்சுழற்சி இயல்புடைய அல்லீன் சேர்மங்கள் கரிமச் சேர்மங்களின் முப்பரிமாண வேதியியலை அறிய உதவும். மேலும் அல்லீனில் உள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளில் ஒன்று வளைய பெண்டாடையின் என்னும் சேர்மத்தோடு டீல்ஸ் ஆல்டர் வினையில் ஈடுபட்டு 5- மெத்திலீன் -2- நார்போர்னின் என்ற சேர்மத்தைக் கொடுக்கும். இச்சேர்மம் EPDM (ethylene - propylene non conjugated diene) எனப்படும் எத்தீலீன் - புரோப்பிலீன் ரப்பர் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூன்றாம் ஒருறுப்பு (monomer) ஆகும்.

பாலியின்களில் மிகவும் இன்றியமையாதவை எனக் கருதப்படும் சேர்மங்கள் ஒன்றுவிட்ட டைமீன்கள் ஆகும். ஏனெனில் பியூட்டாடைடேயின், ஐசோபீரின், வளைய பெண்டாடைமீன் போன்ற சேர்மங்கள் இவ்வகையில் அடங்கும்.

ஸ்குவாலின் எனப்படும் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன் தனித்த பாலியின் ஆகும். இச்சேர்மத்தில் ஆறு ஐசோப்ரின் உறுப்புகளும் ஆறு தனித்த இரட்டைப் பிணைப்புகளும் உள்ளன. இது ஓர் அலிஃபாடிக் டிரைடெர்பீன் ஆகும். தக்காளிப் பழத்திற்குச் சிவப்பு நிறத்தைத் தரும் வைக்கோப்பீன் போன்ற காரோட்டினாய்டுகள் காரோட்டின் புரோ- வைட்டமின் போன்ற சேர்மங்களோடு ஸ்க்வாலின் என்னும் பாலியின் தொடர்புடையதாகும்.

**ந. அய்யாசாமி**

துணைநூல்.. I.C. Finar, *Organic Chemistry*,  
Vol-1, 2, Sixth Edition, ELBS, London, 1982.

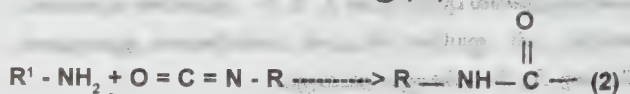
**பாலியூரேத்தேன் ரெசின்**

பாலி யூரேத்தேன் அல்லது பாலி ஐசோசயனேட் ரெசின்சனைப் பெற டைஐசோசயனேட்டுடன் குறைந்தது இரண்டு வினையுறு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உடைய சேர்மங்களை வினைப்படுத்த வேண்டும். எ-டு: டையால், டைஅமின். பொதுவாக, இதில் பயன்படுத்தப்படும் டைஐசோசயனேட்டுகளாவன: டெஈலுயின் டைஐசோசயனேட் (TDI), டைஃபீனைல் மெத்தேன் டைஐசோசயனேட் (MDI), ஹெக்சாமெத்திலின் டைஐசோசயனேட் (HDI). பால்ஐனுடன் தகுந்த டைஅமின்களை வினைப்படுத்துவதால் மேற்குறிப்பிட்டவற்றைப் பெறலாம்.

பாலி யூரேதேனை இறுதி விளைவிக்கும் பல்லுறுப்பாக்கலில் பின்வரும் அடிப்படை வினைகளும் அடங்கியுள்ளன. இவ்வினைகள்  $\text{HN}=\text{C}=\text{O}$  தொகுதியின் வினைகள்.



**பூரத்தேன்**

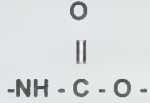


யூரியாவின் சார்புப் பொருள்



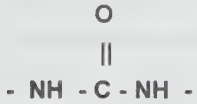


மேற்காணும் வினைகளில்  $R^1$  என்பது ஒரு பல்லுறுப்புச் சங்கிலியைக் குறிக்கும். யூரத்தேன் மூலக்கூறிலுள்ள



எனும் தொகுதிக்கு யூரத்தேன் தொகுதி எனப்பெயர்.

வினை 2ல் வினையும் மூலக்கூறிலுள்ள



எனும் தொகுதி யூரியைட் எனப்படும். பாலி யூரத்தேனின் குறுக்குப் பிணைப்புகளை இவையே உருவாக்குகின்றன. வினை 5 இல் ஐசோசயனேட் நீருடன் வினைபுரிந்து அமினைக் கொடுக்கிறது. இவ்வமின் வினை 3இன் மூலம் குறுக்குப் பிணைப்புகளான யூரியைடுகளை விளைவிக்கிறது. அதாவது, நீரற்ற வினைபடு பொருள்களைப் பயன்படுத்தினால் குறுக்குப் பிணைப்புகளற்ற பல்லுறுப்பே கிடைக்கும். அப்பல்லுறுப்பி ஓர் இழையாகவே இருக்க முடியும். பாலி யூரேத்தேன் இழை பெர்லான் - U (perlon - U) என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது.

இதை மேலும் சிறிது ஐசோசயனேட்டுடன் வினைப்படுத்தினால் ரப்பர் போன்ற பொருள்கள் கிடைக்கும்.

பாலி யூரத்தேன் ரெசின்களிலிருந்து நுரை (foam), நீட்சி நெகிழி (elastomer), பூச்சு (coating) ஆகிய மூவகைப் பொருள்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

நுரை. வினை எண்கள் 3, 5 இல் வெளியாகும் கார்பன் டைஆக்சைடு, ரெசினை நுரையேற்றம் செய்யத் தேவைப்படும். பாலி யூரத்தேன் நுரைத்திட நீரோ, அமிலமோ வினைப்படு பொருள் கலவையில் இடம் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். ஃபுளூரோ கார்பன்களையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். வினை திகழும்போது வெளிவரும் வெப்பத்தில் ஃபுளூரோகார்பன் ஆவியாகி ரெசினைப் பருக்க வைக்கிறது.

பாலி யூரேத்தேன் நுரைகளில் விறைப்புத் தன்மையுடன் கூடிய நுரை (rigid foam), வளைந்து கொடுக்கக்கூடிய பளுசு (flexible foam) போன்ற நுரை என இரு வகை உண்டு.

பாலி எஸ்ட்டர்களை வினைப்படுத்தினால் விறைப்பான நுரைகளும், பாலி ஈதர்களை வினைப்படுத்தினால் மென்மையான நுரைகளும் விளைகின்றன. விரைப்பான நுரைகள் கிடைப்பதற்கு ஃபுளூரோ கார்பன் நுரையேற்றியாகப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். மென்மையான நுரைக்கு நீர் அல்லது அமிலம் போதுமானது. நுரையின் அடர்த்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் கூறுகளில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது ஐசோசயனேட் நீர் விகிதமாகும். மெத்தைகளுக்கு அடர்த்தி குறைந்த நுரைகளே தேவை. இது அதே அளவு அடர்த்தியுடைய ரப்பர் பாலினாலான நுரையை விட நான்கு மடங்கு கூடுதலான பளுவைத் தாங்கும் வலிமையைப் பெற்றது.

இந்நுரை இழையால் கண்ணாடி (fibre glass) வலிவூட்டப்பட்ட நெகிழிப் பரப்புகளுக்கிடையே செருகப்பட்டு, இணைக்கப்பட்ட தகடுகள் வானூர்திகளில் உறுப்புக்களாகப் பயன்படுகின்றன. இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடையிலோ, இரு நெகிழிப் பகுப்புகளிடையோ நுரை திணிக்கப்படும் இம்முறை உடுக்கை அமைப்பு முறை (sandwich structure) என்னும் பெயரில் குறிக்கப்படுகிறது. நவீன கட்டட நிர்மாணங்களில் இவ்வமைப்புகளுக்கு மிகுந்த தேவை ஏற்பட்டுள்ளது. வானூர்திகளிலும், ஏவுகணைகளிலும் மின்னணுவியல் கருவிகளை அதிர்ச்சியினின்றும் மீட்க உதவுவதுடன், தொலைக்காட்சிக் குழாய்கள் (TV tubes) பழுதால் நொறுங்கக் கூடுமானால் துகள் சிதறித் தெறிக்காமலிருக்க இந்நுரைகள் அக்குழாய்களில் பொருத்தப்படுகின்றன.

நீட்சி நெகிழி அல்லது ரப்பர். யூரேத்தேன் ரப்பர் தயாரிப்பில் பாலி எஸ்ட்டரும், டை ஐசோசயனேட்டுகளும் வினைப்படுத்தப்படுகின்றன. நீர் முற்றிலும் நீக்கப்பட்ட சூழ்நிலையில் மட்டுமே இந்த ரப்பரைத் தயாரிக்க முடியும்.

இயற்கை ரப்பரைவிட இது கூடுதலான மீள் உருவாக்கம் செய்யும் தன்மை கொண்டது. இது பல்பகுதிப் பொருளாகும். பாலி யூரேத்தேன் ரப்பர் சிறந்தது. பொதுவாகப் பாலி யூரேத்தேன் ரப்பர் 10000 க்கு மேல் பிடிப்புத் தன்மை, ரப்பரில் தயாராகும் காலனி குதிகாலனிகளை விட (resins) இவை பன்மடங்கு உழைப்புத் திறனுடையவை.

பூச்சு, டைஹுசோசயனேட்டை ஆகியவை பாலியூடன் வினைப்படுத்தி வண்ணப்பூச்சுகளும் மெருகுப் பூச்சுகளும் தயாரிக்கலாம். யூரேத்தேன் பூச்சுகள் கடினமானவை. பெயர்ந்து வராதவை; நீரால் சிதைவுறாதவை. எஃகு, ரப்பர், மரம், நெகிழி ஆகிய பலவகைப் பரப்புகளிலும் நன்கு ஒட்டி நிற்பவை.

பூச்சுகளிலும் பேருந்துகளிலும் அமரும் இருக்கைகளில் பாலியூடன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வார்ப்பு அச்சுகளில் யூரேத்தேன் பூச்சுகளைத் தெளித்து அதன்மேல் யூரேத்தேன் நுரைக்கான பொருள்களை ஊற்றி இம்மெத்தைகளைத் தயாரிக்கின்றனர்.

கரிந்தார் - யூரேத்தேன் கலப்புப்பூச்சு, படகு, கப்பல் ஆகியவற்றின் அடிப்பகுதிக்குச் சிறந்தது. கார் முன்தாங்கி (பம்பர்களின்) எஃகுப் பரப்பில் இப்பூச்சு தெளிக்கப்பட்டால், வழக்கமாக இதற்குப் பயனாகும் ரப்பர் பூச்சைவிடப் பத்து மடங்கு வலிவுள்ளதாக இருக்கும். தாரை விமானங்களில் எரிபொருளால் அரிமானம் ஏற்படாமல் தடுக்கும் ஒரே பூச்சு இதுவேயாகும்.

யூரேத்தேன் எண்ணெய்ப் பூச்சு வண்ணத்தை இருத்திக் கொள்கிறது. டைஹுசோசயனேட்டுடன் ஆள்விதை எண்ணெயை வினைப்படுத்தி யூரேத்தேன் எண்ணெய் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஃபார்மிக் அமிலத்தையும் கலந்து வண்ணத்தைப் பளிச்சிடச் செய்யலாம். பெண்களுக்கான நீச்சல் உடையில் மீள்தன்மை ஏற்றுவதற்குப் பாலி யூரேத்தேன் இழைகள் கோர்க்கப்படுகின்றன. ஏனைய நெகிழிகளைப் போல் மின் இழப்பு (dielectric loss) குறைவாகப் பெற்றமையால் பாலி யூரேத்தேன், மின் காப்பீட்டு (electrical insulation) அமைப்புகளில் பயன்படுகிறது. பாலி யூரேத்தேன்கள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவையாதலால் அவற்றை அறுவை மருத்துவத்திலோ, மாற்றுறுப்புத் தயாரிப்பிலோ பயன்படுத்தும் போது தீமை ஏற்படக்கூடும்.

நா. அய்யாசாமி

துணைநூல். மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன், நா. அய்யாசாமி, பிளாஸ்டிக்ஸுக்கு ஓர் அறிமுகம், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் திறுவனம், சென்னை, 1974.

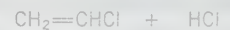
## பாலிலா இனப்பெருக்கம்

காரணம்: இனப்பெருக்கம்

இது வெப்பத்தாற் இனமும் (thermoplastic) வலையைச் சேர்ந்த மிகுந்த கடினமானதும், வலிமைமிக்கதுமான நெகிழியாகும். சுருக்கமாக PVC என்று குறிக்கப்படும். சித்தநெகிழி பாலிவினைல் ரெசின்களிலேயே மிகமையளவில் பயன்பாடு உடையதாக வகைப்படுத்தப்படும்.

இது வெப்பத்தால் மென்மையாகும். வெப்பம் -14°C இல் இருக்கும்போது மென்மையாகும். வெப்பம் 14°C இல் இருக்கும்போது கடினமாகும். வெப்பம் 14°C இல் இருக்கும்போது மென்மையாகும். வெப்பம் 14°C இல் இருக்கும்போது கடினமாகும். வெப்பம் 14°C இல் இருக்கும்போது மென்மையாகும். வெப்பம் 14°C இல் இருக்கும்போது கடினமாகும்.

எத்திலீன் வினைல் குளோரைடு



வினைல் குளோரைடு



வினைல் குளோரைடின் பல்லுறுப்பாக்கமும் பிற வினைல் ஒருறுப்பிகளுடனான இணைப்பல்லுறுப்பாக்கமும் பெராக்சைடு அல்லது அசோ சேர்மங்களால் தொடங்கி வைக்கப்படுகின்றன. இப்பல்லுறுப்பாக்கம் ஒட்டு மொத்த நிலையிலோ (bulk polymerisation) நீரிய பால்ம நிலையிலோ தாங்கல் கரைசல் திகழலாம். பல்லுறுப்பாக்கலின் விளைபொருளின் அமைப்பும் பண்புகளும் பல்லுறுப்பாக்கலின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்துள்ளன. குறைந்த வெப்பநிலையில் திகழ்த்தப்படும் பல்லுறுப்பாக்கலால் வினையும் ரெசின் உயர்ந்த மென்மையாகும் எண்ணை (softening point) கொண்டிருக்கும். ஒட்டு மொத்த அல்லது தாங்கல் கரைசல் வழி கிடைக்கும் ரெசின்களைக் கொண்டு உருக்கி வார்த்தல் (moulded), பிழிந்து வார்த்தல் (extruded) முறைகளால் தேவையான வடிவமைப்புடைய பொருள்களைப் பெறலாம்.



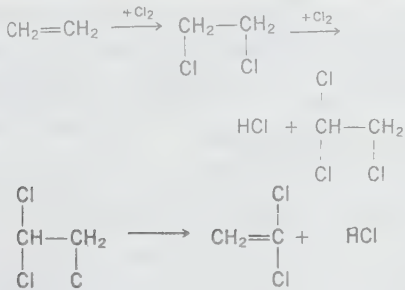
உயர் வெப்பநிலையில் பாலிவினைல் குளோரைடு பொருள்கள் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமத்தின் இயல்புடையனவாக உள்ளமையால் வெள்ளியம் அல்லது காரீயச் சேர்மங்கள் பல்லுறுப்பாக்கத்தின் இறுதியில் நிலை நிறுத்தியாகச் (stabiliser) சேர்க்கப்படும். நிரப்பிகளும் (fillers) இத்துடன் சேர்க்கப்படலாம்.

வினைல் அசெட்டேட் அல்லது புரோப்பிலீனுடன் வினைபுரிவதால் வினையும் சகபல்லுறுப்பிகளை ஓரினப் பல்லுறுப்பாக்கத்தை விடக் குறைவான வெப்பநிலையிலேயே பெறலாம். அசெட்டேட் சகபல்லுறுப்பி வினைபொருள்கள் தரையில் பதிக்கப்படும்பொழுது ஓடுகள், ஒலித்தட்டுகள் ஆகிய தயாரிப்புகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

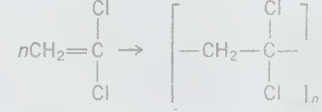
பாலிவினைல் குளோரைடுடன் அக்ரைலோநைட்ரல், பியூட்டாடையீன், ஸ்டைரீன் ஆகியவற்றைச் சிறிதளவு கலந்து வினையும் கலப்பினப் பொருள்கள் (blends), சட்டங்கள், குழாய்கள் போன்ற உறுதிமிகு பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

பாலி வினைலிடின் குளோரைடு. இது PVCஐப் போன்ற பண்புகளைக் கொண்ட ஒரு வெப்பத்தாற் இளகும் வகையைச் சேர்ந்த நெகிழியாகும். பாலி வினைலிடின் குளோரைடு PVCஐவிட மென்மையானதும் குறைவாகக் கரையும் பண்பும் கொண்டதாகும். குறைவான வெப்ப நிலையிலேயே சிதைவடையும் இது எளிதில் எரிவதில்லை.

1, 1, 2 - டிக்ரைகுளோரோ எத்தேனை வெப்பத்தாற் பகுப்பதால் வினைலிடின் குளோரைடு உண்டாகிறது.



பல்லுறுப்பாக்கமும் இணைப்பல்லுறுப்பாக்கமும் பெராக்கசைடுகள் அல்லது தனித்தியங்கு வினையூக்கிகளால் தொடங்கி வைக்கப்படுகின்றன. இவ்வினைகள் பால்ம நிலையிலோ கரைசல் நிலையிலோ நிகழ்த்தப்படலாம்.



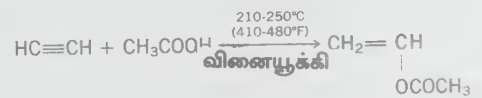
பாலிவினைலிடின் குளோரைடு குறைவான சிதைவடையும் வெப்பநிலையுடையதாகையால் அமின் போன்ற நிலைப்படுத்திகள் இத்துடன் சேர்க்கப்பட்டு வினை நிகழ்த்தப்படும். 15 % வரை வினைல் குளோரைடைக் கொண்ட பாலிவினைலிடின் படலங்கள் (films) காற்று மற்றும் ஈரத்தால் பாதிப்படைவதில்லை.

இவ்வகைப் பல்லுறுப்பிகள் உறுதி வாய்ந்த குழாய்கள், இழைகள் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன.

PVCஇல் குளோரின் அளவு 56.8% ஆகும். குளோரோபென்சீன் போன்ற கரைப்பான்களில் கரைப்பதின் மூலம் 100°C இல் குளோரினேற்றம் செய்வதின் மூலம், குளோரின் அளவை 60 - 65% வரை உயர்த்தலாம். அவ்வாறு பெறப்பட்ட பல்லுறுப்பு குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட PVC எனப்படும். அமில, காரத் தாக்கத்தைப் பெரிதும் தாங்கவல்ல தன்மையால் PVC குளோரினேற்றம் செய்யப்படுகிறது.

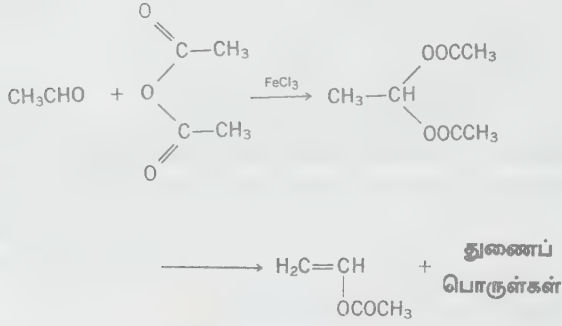
பாலி வினைல் அசெட்டேட். இதுதோல் போன்ற அமைப்புடைய, நிறமற்ற வெப்பத்தாற் இளகும் வகையைச் சேர்ந்த நெகிழி. குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே இது மென்மையாகிறது. ஒளி, ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றால் பாதிப்படைவதில்லை. இப்பல்லுறுப்பிகள் படிவடிவமற்றவை. இதன் அடிப்படைப் பயன் நீர் அடிப்படையிலான அல்லது பால்ம வகை வண்ணப்பூச்சுகளில் ஒட்டுவிப்பானாகச் (binder) செயல்படுவதாகும்.

அசெட்டிலீனுடன் அசெட்டிக் அமிலத்தை வினைப்படுத்தி வினைல் அசெட்டேட்டைப் பெறலாம்.



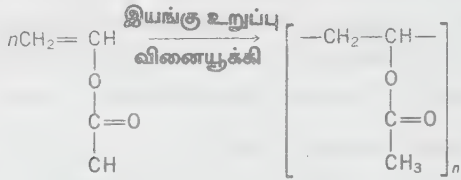
வினைல் அசெட்டேட்

அசெட்டிக் அமிலத்திற்கு மாற்றாக அசெட்டால்பி ஹைட்ரைட் பயன்படுத்தலாம். ஒலீஃபீன்கள் அல்லது ஹைட்ரோகார்பன்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் எளிதில் கிடைக்கும் அசெட்டால்பிஹைடை தொடக்கப் பொருளாகக் கொண்டு அசெட்டேட்டைப் பின்வருமாறு பெறலாம்.

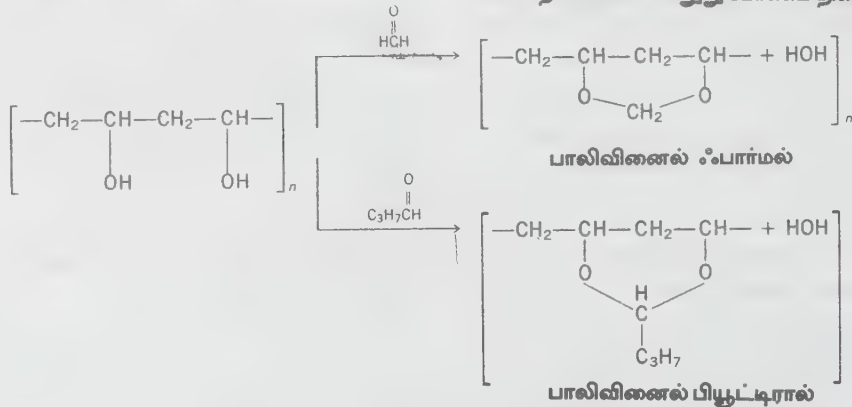


வினைல் அசெட்டேட்

பல்லுறுப்பாக்கமும் இணைப்பல்லுறுப்பாக்கமும் தனித்தியங்கு உறுப்புகளில் தொடங்கி வைக்கப்பட்டு நீரிய பால்மநிலையிலோ தாங்கல் கரைசால் நிலையிலோ நிகழ்த்தப்படும்.

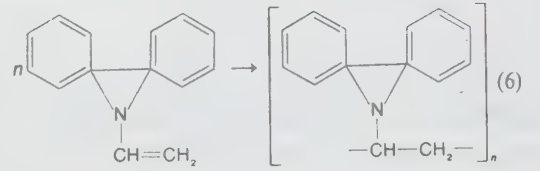


பாலி வினைல் அசெட்டால். இது மென்மையான, நீரில் கரையாத வெப்பத்தாற் இளகும் வகையைச் சேர்ந்த நெகிழியாகும். பாலிவினைல் ஆல்கஹால், ஆல்கஹைடு களுடன் வினைபுரிவதால் இது கிடைக்கிறது.



பாலி வினைல் அசெட்டால்கள். பொருத்தம் வாய்ந்த ஆல்கஹைடுகளும் பாலி வினைல் ஆல்கஹால்களும் வினை புரிந்து பாலி வினைல் அசெட்டால்கள் உருவாகின்றன. பாலிவினைல் பியூட்டிரால் சேர்மம் ரப்பரையொத்த ஆனால் வலிமையான சேர்மம். இது பாதுகாப்புக் கண்ணாடியில் உள்படலமாகவும் ஒட்டுவிப்பானாகவும் பயனாகிறது. பாலி வினைல் ஆல்கஹாலும் பியூட்டிரால்ஹைடும் வினைபுரிவதால் பாலிவினைல் பியூட்டிரால் கிடைக்கிறது.

பாலிவினைல் கார்ப்சோல். இவ்வகை ரெசின் வன்மையான, கண்ணாடி போன்ற வெப்பத்தாற் இளகும் நெகிழி வகையினதும் உயர் மின் காப்புத் தன்மையுடையதுமாகும். இதன் மென்மையாகும் வெப்பநிலை (softening temperature) 120-150°C வினைல் கார்ப்சோலை இயங்கு உறுப்பு வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்திப் பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ்த்தலாம்.

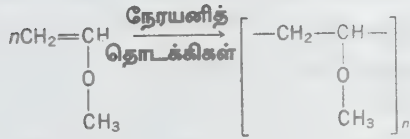


பாலி வினைல் ஈதர். இப்பல்லுறுப்பிகள் மென்மையானது முதல் கடினமானது வரை வேறுபட்ட நிலைகளில் கிடைக்கின்றன. இச்சேர்மங்கள் அனைத்தும் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையக் கூடியவை. அல்கைல் வினைல் ஈதர் பல்லுறுப்பிகள் ஒட்டக்கூடிய பசைத் தயாரிப்பிலும் பிறவகைப் பல்லுறுப்பித் தயாரிப்புகளில் மென்மையாக்கச் சேர்க்கும் சேர்க்கைப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

கார வினையூக்கி முன்னிலையில் ஆல்கஹால் அசெட்டிலினுடன் வினைபுரிவதால் இப்பல்லுறுப்பியின் ஒருறுப்பியைப் பெறலாம். போரான் டிரைஃபுளூரைடு போன்ற நேரயனி தொடக்கிகளைப் பயன்படுத்தி -100 - +25°C வெப்பநிலையில் பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ்த்தலாம்.



பாலி வினைல் மெத்தில் ஈதர் குளிர்த நீரில் எளிதில் கரையும்; ஆனால் வெப்பநிலை அதிகரிப்பினால் (35°C) இது வீழ்ப்பிடிவு அடையும். பிற அல்கைக் வினைல் ஈதர் பல்லுறுப்பிகள் நீரில் கரைவதில்லை. வினைல் மெத்தில் ஈத்தருடன் மலீயிக் நீரிலி கலந்து வினையும் இணைப்பல்லுறுப்பிகள் நெசவியல் பயன்பாடுடையவை.



பாலி வினைல் ஃபுளூரைடு. இது கடினத் தன்மை வாய்ந்த ஓரளவு படிசு உருவுடைய வெப்பத்தாற் இளகும் நெகிழி. பாலி வினைல் ஃபுளூரைடு பாலி வினைல் குளோரைடை விட உயர் மென்மையாகும் வெப்பநிலை உடையதாகும். ஆக்சிஜன், பெராக்சைடு வினையூக்கிகள் உடனிருக்கப் பல்லுறுப்பாக்கம் பின்வருமாறு நிகழ்கிறது.

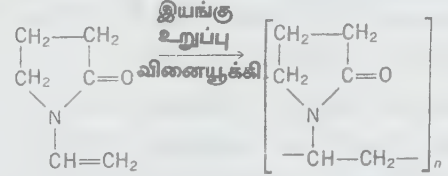
வினைல் ஃபுளூரைடு ஒருறுப்பு குறைந்த கொதிநிலையையும் உடையதாகையால் எத்திலினைப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்யும் போது செயல்படுத்தப்படும் உயர் அழுத்த செய்முறைகள் இதற்கும் தேவைப்படுகின்றன. பிற பாலிவினைல் ஹாலைடுகளைப் போன்றே பாலிவினைல் ஃபுளூரைடும் உயர் வெப்பநிலையில் ஹாலோஜன் அமிலத்தை இழக்கிறது.



பாலிவினைல் ஃபுளூரைடு படலங்கள் தொழிலக மற்றும் கட்டட நுண்கலைத் துறைகளில் மிகுந்த பயன்பாடு கொண்டவை. சான்றாக, ஒரு குழாயின் மீது இப்பல்லுறுப்பியின் பூச்சு பூசப்படுவதால் அது மிகுந்த அரிப்பெதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டதாகிறது.

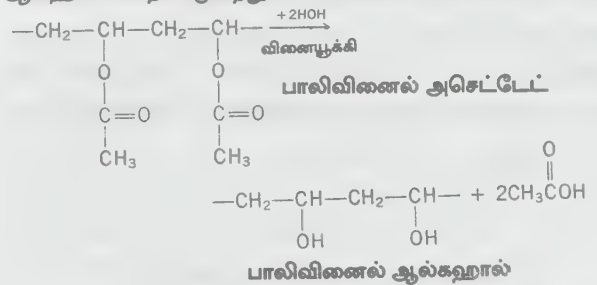
பாலிவினைல் பைரோலிடோன். N-வினைல் பைரோலிடோனிலிருந்து பாலிவினைல் பைரோலிடோனை இயங்கு உறுப்பு வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கலாம். இப்பல்லுறுப்பி நீரில் கரையும். இரண்டாம் உலகப்போரின் போது குருதியை ஒத்த அழுத்தமுடைய இதன் கரைசல்கள் குருதிப் பிளாஸ்மாவிற்கு ஈடாகப் அ.க.15-18அ

பயன்படுத்தப்பட்டன. நெசவியலில் குறைந்த அளவில் வினைல் பைரோலிடோனை இணைப்பல்லுறுப்பியாகக் கொண்ட இழைகள் சாயங்களை நன்கு ஈர்ப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது.



பாலிவினைல் ஆல்கஹால். இது உறுதிவாய்ந்த வெள்ளைநிறப் பல்லுறுப்பி. இதனைப் படலங்களாகவோ இழைகளாகவோ, குழாய்களாகவோ வடிவமைக்கலாம். கரிமக் கரைப்பான்களால் இது பாதிப்படைவதில்லை. பாலிவினைல் ஆல்கஹால் நீரில் கரையும் சில பல்லுறுப்பிகளில் ஒன்றாக இருந்தாலும் இதனுடன் சில குறுக்கிணைப்புக் காரணிகளைக் கலப்பதன் மூலம் நீரில் கரையாத் தன்மையுடையதாக மாற்றலாம்.

இது வரை வினைல் ஆல்கஹால் ( $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{OH}$ ) தனித்த முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படவில்லை. இவ்வால்கஹாலைப் பிரித்தெடுத்தலின் முயற்சியில் இயங்கு சமநிலை மாற்றிய ஆல்டிஹைடே (tautomeric aldehyde) விளைந்தது. ஆனால் வணிக முறையில் பாலி வினைல் அசெட்டேட்டை நீராற்பகுப்பதன் மூலம் பாலிவினைல் ஆல்கஹால் பெறப்படுகிறது.



முழுமையான நீராற்பகுத்தலால் 97% வரையான வினைப்பொருளும், பகுதி நீராற்பகுத்தலால் 50 - 90% வரையான வினைப்பொருளும் கிடைக்கின்றன. முழுமையான நீராற்பகுப்பினால் கிடைக்கும் பொருளை நீர் அல்லது கிளைக்கால்களுடன் வினைப்படுத்தி நெகிழியாக்கி அதனை படலங்களாக, குழாய்களாக, இழைகளாக தகுந்த வார்ப்பு அல்லது பிழிந்து வார்த்தல் முறைகளால் மாற்றலாம். இவை ஹைட்ரோகார்பன்களால் தாக்கமுறுவதில்லை. குளிர்த

முறையில் பிழிந்து வார்ப்பதனாலோ வெப்பம் அல்லது குறுக்கு இணைப்புக் காரணிகளைக் கலப்பன் மூலமோ இந்த ரெசின்களை நீரில் கரையாத தன்மை கொண்டவையாக மாற்றலாம். இந்தப் பல்லுறுப்பிகள் கேசோலின் ஆலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் குழாய்களில் உட்பூச்சாகவும், எண்ணெய் எதிர்ப்புச் பூச்சாகவும் காகிதம் மற்றும் துணி ஆலைகளில் ஒட்டுவிப்பிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

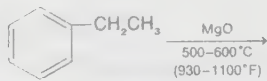
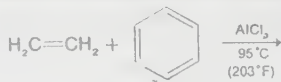
பாலிவினைலிக் ஃபுளரைடு,  $(H_2C - CF_2)_n$  எனும் மூலக்கூறு வடிவத்தைக் கொண்டது.  $170^\circ C$  உருகுதிலை கொண்ட பல்லுறுப்பு ஒரு படிகநிலைப் பல்லுறுப்பு ஆகும். உயர் வெப்ப நிலைகளில் இப்பல்லுறுப்பு சிதைவடைவதில்லை. பாலி வினைல் புளரைடைப் போலவே பல்வேறு கரைசல்கள், வேதிப் பொருள்களின் தாக்கத்தைத் தாங்கவல்லதாகும்.

வி.அ. இளவழிகள்  
த. தெய்வீகன்

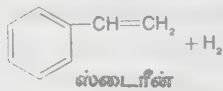
துணைநூல். Sybil P. Parker, McGraw - Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw - Hill Inc., Ltd., New York, 1983.

## பாலி ஸ்டைரீன் ரெசின்

பாலி ஸ்டைரீன் ரெசின் ஒளிஊடுருவும் தன்மையும், மின்கடத்தாத தன்மையும், கண்ணாடி போன்ற கடினத்தன்மையும் கொண்ட வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழி (thermoplastic) ரெசினாகும். நீரால் எளிதில் பாதிக்கப்படாத இதன் ஒளிவிலகல் எண் மிகுதி. வெப்பநிலை குறைவதால் இது மென்மையடையும். பென்சீனை எத்திலீன் கொண்டு அல்கைல் ஏற்றம் செய்யக் கிடைக்கும் எத்தில் பென்சீனை ஹைட்ரஜன் நீக்கத்துக்கு உட்படுத்த ஸ்டைரீன் பெறப்படுகிறது.



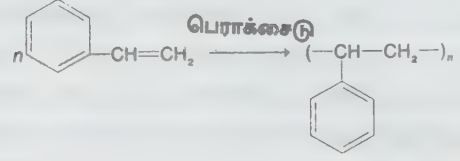
எத்தில் பென்சீன்



ஸ்டைரீன்

பெராக்கைடு  $(-O-O-)$  இயங்கு உறுப்புக்களை வினைவேக மாற்றியாகக் கொண்டு ஸ்டைரீன் பல்லுறுப்பி அல்லது இணைப் பல்லுறுப்பி (copolymer) பேரளவாகவோ,

கரைசலிலோ நீர்த்த பால்மமாகவோ தொங்கலாகவோ தயாரிக்கப்படுகிறது.



மீமூலக்கூறு எடையுடைய ஒருபடித்தான பல்லுறுப்பிகள் (homopolymers) இணைப் பல் இணைகள் ஆகியவை இழைகள் தயாரிக்கவும், வளர்க்கவும் பயன்படுகின்றன. அடைக்கும் பெட்டி, ஆய்வுக் கருவி, மேஜை, நாற்காலி, பொம்மை, மின் கடத்தாப்பொருள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்க இவை பயன்படுகின்றன. 1940-49 ஆண்டுகளில் ஆக்சிஜனேற்ற இறக்க முறைகளால் பல்லுறுப்பாக்கல் முறை கண்டறியப்பட்டது. குறைந்த வெப்பநிலையில் ஓர் ஒடுக்கி பெராக்கைடிலிருந்து தனி உறுப்பை விரைவாக வெளியேற்றுகிறது. இச்சூழலில் உண்டாக்கப்படும் பல்லுறுப்பி நேரிழை இணைப் பல்லுறுப்பி ஆகும். இது குளிர் ரப்பர் (cold rubber) எனப்படும். இவை மேன்மைப்படுத்தப்பட்ட இயற்பியல் பண்புகளைப் பெற்றிருத்தலால் டயர் போன்ற பல ரப்பர் பொருள் தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகின்றன.

50%க்கும் மேலான ஸ்டைரீன் கொண்ட கூட்டுப் பல்லுறுப்பி மீட்சித் தன்மையைவிட ரெசின் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த ரெசின்கள் பால்ம் பல்லுறுப்பாக்கல் (emulsion polymerisation) முறைகளில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. நீரை அடிப்படையாகக் கொண்ட வண்ணப் பூச்சுகளில் இவை பயன்படும். 20%-30% ஆக்ரிலோ னைட்ரைல் இணைத்து உயர் வெப்பநிலையில் மென்மையும் ஒளிபுகும் பண்பும் கொண்ட கூட்டுப் பல்லுறுப்பி பெறப்படுகிறது. எனினும் இதைக் கூட்டியருவாக்க (fabrication) இயலாது. கந்தகம், டைவினைல் பென்சீன் கலந்த பல்லுறுப்பு கூட்டு சல்ஃபோனேற்றத்திற்குட்பட்டு நீரில் கரையாத பல்மின் பகுளியைக் கொடுக்கும். இதன் சோடியம் உப்பு நீரை மென்மையாக்கும் பண்புடையது. எதிர் அயனி (anion) மாற்றுப் பொருளாகவும் செயல்படுகிறது. பியூட்டாடையீன்-S பல்லுறுப்பியை ஸ்டைரீன் பல்லுறுப்பியுடன் இணைக்க, பாலி ஸ்டைரீன் பல்லுறுப்பு அதிர்ச்சியைத் தாங்கும் பண்பை விட 10 மடங்கு அதிர்ச்சியைத் தாங்கும் சிறப்புப் பல்லுறுப்பி கிடைக்கிறது. மேலும் சிறப்புப் பண்புகளை உடைய பல்லுறுப்பி ஸ்டைரீனை ஒட்டு பல்லுறுப்பாக்கலுக்கு (graft polymerisation) உட்படுத்தலால்



பெறலாம். ஸ்டைரீன், பியூட்டாடையீன், அக்ரிலோதைந்ரைல் ஆகியவற்றைக் கலந்து பெறும் பல்லுறுப்பு ஊடுபல்லுறுப்பு (inter polymers) அல்லது ABS ரெசின் எனப்படும். சமணப்படுத்தும் பண்புகளும் (balancing properties) குறைந்த விலையும் இவற்றின் சிறப்புக்களாகும். இவை பாலிவினைல் பல்லுறுப்பிகளுக்கு கடினத் தன்மையூட்டும் பொருளாகின்றன. கடினப்பாலிஸ்டைரீன் இறுதித் தொகுதிகளுடன் கந்தகம், பியூட்டாடையீன் இணைய, தொகுதி கூட்டுப்பல்லுறுப்பி (block copolymers) எனப்படும் வெப்ப நெகிழி மீள் பொருள்கள் கிடைக்கிறது.

படிக உருவாகக் கூடிய ஒரு பக்க பாலிஸ்டைரீன் பின்வருவனவற்றின் முன்னிலையில் உருவாகிறது. 1. டிரைஃபீனைல் மெத்தில் பொட்டாசியம் ஹைட்ரேட் கரைப்பானில் கலந்த கரைசல். 2. அல்ஃபின் வினையூக்கி (சோடியம் அல்லைல் - சோடியம் ஐசோபுரோப்பைக்சைடு) ஹைட்ரேட், பென்சீன் கரைப்பான்களில் கலந்திருத்தல். 3. சீக்ளர் வினையூக்கி ( $TiCl_4 - Al(C_2H_5)_3$ ) பெட்ரோலியம் ஈதர் கரைப்பானில் கரைந்திருத்தல். இவ்வினைச்சூழலினால் உருவாகும் படிக உருவமுடைய பல்லுறுப்பியின் இளகுத்தன்மை வெப்பநிலை (softening temperature) படிக உருவிலாப்பல்லுறுப்பியை விட அதிகமாக உள்ளது.

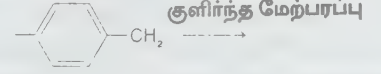
இவற்றிலிருந்து பொம்மைப் பட்டி (panel), கவர்ச்சிப் பொருள், தகடு, குளிர் சாதனப் பெட்டிகளின் உறுப்பு, விறைப்பான பொருள்களைப் பாதுகாக்கும் நுரை, மேலும் அயனிமாற்றி ஆகியவை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஆர். விசுவநாதன்  
துணைநூல். Sybil P. Parker (Edr), McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill Inc., Ltd., New York, 1983.

## பாலி -p- சைலீன் ரெசின்

இது -p- சைலீன் மற்றும் அதன் பெறுதிச் சேர்மங்களை இயல்பு மீறிய பல்லுறுப்பாக்கத்திற்கு (polymerisation) உட்படுத்தி வதால் விளையும் நீள்தொடர், படிகமாகும் ரெசின் ஆகும். இவ்வகைப் பல்லுறுப்பிகள் கடினமும் வேதி எதிர்ப்புத் தன்மையும் உடையன. இவற்றின் தொகுப்புமுறை சைலினை வெப்பத்தாற்பகுப்பதால் (pyrolysis) கிடைக்கும் டை -p- சைலீனின் வினையின் மூலம் தொடங்குகிறது. டை -p- சைலீனைத் தூய்மைப்படுத்த பின் வெப்பத்தாற் பகுப்பதால்

பல்லுறுப்பியின் p சைலீன் எனும் ஈருறுப்பும் (diradical) ஒருறுப்பும் (monomer) கிடைக்கின்றன.



இந்த ஒருறுப்பி குளிர்ந்த மேற்பரப்புகள் மேல் குறுக்கமடையும்போது (condensation) பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ்ந்து பாலி -p- சைலீன் கிடைக்கிறது.

சிறு மின்னணுக் கருவிகள் மேல் மெல்லிய இந்த ரெசினின் படலத்தை ஆவி படிகத் தல் முறையின் (vapour deposition process) மூலமாகப் பூசலாம். இதன் பிற முதன்மைப் பயன்களுள் வெப்பப் பரிமாற்றிக் குழாய்களின் மேல் பூசப்படும் மேற்பூச்சைக் குறிப்பிடலாம். மூலப்பொருளான சைலினின் அமைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் (சான்றாகக் குளோரினேற்றம் செய்தல்) இந்த ரெசினின் சிறப்புப் பண்புகளைப் பல்வேறு விதமாக மாற்றலாம். வெற்றிட முறையில் (vacuum process) இந்த ரெசினை மேற்பரப்புகளின் படிகம் பூச்சாகவும் பூசலாம்.

த. தெய்வீகன்

## பாலுணர்வு இயக்குநர்

ஆண், பெண் இருபாலரின் பால் வளர்ச்சிக்கும், இனப் பெருக்கத்திற்கும் தேவையான மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவன பாலுணர்வு இயக்குநர் (sex hormone) ஆகும். இது ஆண் பாலுணர்வு இயக்குநர், பெண் பாலுணர்வு இயக்குநர் என இருவகைப்படும். ஆணின் கோசங்களிலிருந்தும், சிறுநீரகப் புறணிச் (adrenal cortex) சுரப்பியிலிருந்தும் இருவித ஆண் பாலுணர்வு இயக்குநர் சுரக்கிறது. அதே போல் பெண்ணின் சிறுநீரகப் புறணிச் சுரப்பியிலிருந்தும் கோசங்களிலிருந்தும் பாலுணர்வு இயக்குநர் சுரக்கும். கருக்காலத்தில் மாதப்போக்கிற்குச் சற்று முன்பிலிருந்து நஞ்சுக் கொடியிலிருந்து கருக்காலப் பாலுணர்வு இயக்குநர் சுரக்கிறது. இத்தகைய பாலுணர்வு இயக்குநர் ஒவ்வொன்றுக்கும் வெவ்வேறு பணிகள் உள்ளன.

ஆணின் கோசங்களில் உள்ள லெய்டிக் செல்களிலிருந்து சுரக்கப்படும் டெஸ்டோஸ்டிரோன், ஆணுக்கு ஆண் தன்மையைத் தருகிறது. ஆணின் எலும்புகளும் தசைகளும் விரைந்து வளர்வதற்கும் திரண்டிருப்பதற்கும் இதுவே காரணமாகும். முகத்திலும், மார்பகங்களிலும், அக்குள்களிலும், இன உறுப்புகளைச் சுற்றியும் முடி வளரவும் ஆண் உறுப்பு பெரிதாக வளரவும் இது தேவையாகும். ஆண்மை, வீரம், போட்டி, மணப்பான்மை இவையும் இந்த இயக்குநீரால் தூண்டப்படலாம் என்று கருதுகின்றனர். இன உறுப்புகள் விந்து சுரப்பதற்கும் விந்தில் உள்ள அணுக்கள் பெருகுவதற்கும், புணர்ச்சிக்கான விருப்பமும் செயல்பாடும் ஏற்படுவதற்கும் டெஸ்டோஸ்டிரோன் தேவைப்படுகிறது.

பெண்ணின் சிறுநீரகப் புறணியிலிருந்து சுரக்கும் ஆண் பாலுணர்வு இயக்குநீருக்கு இரண்டு முதன்மையான பணிகள் உள்ளன. பெண்ணின் இன உறுப்பைச் சுற்றியும், அக்குள்களிலும் இவ்வியக்குநீரின் துணையாலேயே முடி வளர்கிறது. பெண் உறுப்பின் மேற்பகுதியான பெண் குறி வளரவும் இது தேவையாகும். பெண்ணுக்கு இவ்வியக்கு நீர் குறைந்தால் புணர்ச்சியில் விருப்போ இன்பமோ ஏற்படுவதில்லை என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

புரோஜெஸ்ட்ரோன் என்னும் கருக்காலப் பாலுணர்வு இயக்குநீர், ஓரளவுக்குப் பெண் கோசங்களால் சுரக்கப்பட்டாலும், பெருமளவிற்கு நஞ்சுக்கொடி வாயிலாகவே சுரக்கப்படுகிறது. இது குழந்தையின் வளர்ச்சிக்கேற்பக் கருப்பை பெரிதாக மிகவும் இன்றியமையாதது. இப்பாலுணர்வு இயக்குநீரைப் பால்கோசங்கள் சுரக்கத் தூண்டுவது பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியிலிருந்து வரும் பால்கோசங்களைத் தூண்டும் இரண்டு இயக்குநீராகும். இவ்வியக்கு நீர்ச் சுரப்பை ஹைபோதாலமஸ் கட்டுப்படுத்துகிறது. முறையான பாலுணர்வு இயக்குநீர் சுரக்காத ஆணுக்கோ, பெண்ணுக்கோ பாலுணர்வு இயக்குநீரை மாத்திரைகளாகத் தந்தோ ஊசிகளாகச் செலுத்தியோ சீர் செய்ய இயலும்.

## பாலுணர்வு ஊக்கி

இது பால் உணர்வை அதிகரிக்கும் தன்மை கொண்ட மருந்தாகும். இது இரு வழிகளில் இவ்விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. உடல் நலத்தையும், உடல் வலிமையையும் இது அதிகப்படுத்துகிறது. அதன் மூலம் பால் உணர்வை அதிகரிக்கச் செய்யும். சில சமயம் இத்தகு பாலுணர்வு

ஊக்கி மருந்து நேரிடையாகத் தண்டுவடத்தில் அமைந்துள்ள பாலுணர்வுக் கட்டுப்பாடு மையங்களைத் தூண்டுவதன் மூலம் பாலுணர்வை அதிகரிக்கும். இதற்கு பாலுணர்வு ஊக்கிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக ஸ்டிரிக்னின், யோகிம்பின், இரும்பின் உப்பு போன்றவற்றைக் கூறலாம். ஸ்டிரிக்னின், யோகிம்பின் போன்றவை நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டிவிட்டு பாலுணர்வு விளைவை ஏற்படுத்துகின்றன.

இரும்புத் தாதுவின் உப்புகள் சிறந்த கருதிச் சுரப்பை ஊக்கும் மருந்துகளாக மட்டுமல்லாமல் பொதுவான உடல்நலம் பேணும் மருந்துகளாகவும் திகழ்கின்றன. இவை உடல் நலத்தை மேம்படுத்திப் பாலுணர்வு ஊக்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன. கான்தாரிடின் எனப்படும் பொருள் பல காலமாக பாலுணர்வு ஊக்கியாக விளங்கி வருகிறது. இது சிறுநீரகம், பாலின உறுப்புகளின் உட்புறத்தோலைத் தூண்டுவது மூலம் செயல்படுகிறது. ஆனால் மருத்துவ அடிப்படையில் இப்பொருள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. மனிதர்கள் நீண்ட நாள்களாகவே பல பொருள்களுக்கு இத்தகைய திறன் உள்ளதாகக் கருதி அந்த பொருள்களைப் பெறுவதற்காக துன்பங்களை எதிர்கொள்ளவும் ஆயத்தமாக இருந்தனர். எடுத்துக்காட்டாகக் காண்டாமிருகத்தின் கொம்பைக் குறிப்பிடலாம். இந்த நம்பிக்கைகள் மெய்பிக்கப்படவில்லை என்றாலும் மேற்கூறிய மருந்துகளில் சில பாலுணர்வு ஊக்கிகளாகப் பொலிக்காள்களில் பயன்படுகின்றன.

இரா. வசந்தகுமார்

## பாலுணர்வு குறைப்பி

பொதுவாக கால்நடைகளின் இனப்பெருக்கப் பண்புகளுக்கு அடிப்படையாக அமைவது அதன் பால் உணர்வின் மேல் உள்ள செறிவாகும். பால் உறுப்புகளில் நோய் மற்றும் குறைபாடு காரணமாக பால் உணர்வு (anaphrodisiac) குறைந்து அவை இனப்பெருக்கச் செல்லில் ஈடுபட முடியாமையும், சினைப்படுத்த முடியாத தன்மையும் திறன் குறைவு ஏற்படுவதுண்டு.

பொதுவான நோய்கள் ஒவ்வோர் இனங்களிலும் அந்த நோயின் தன்மையையும் செறிவையும் பொறுத்து மாறும். சில நேரங்களில் பால் உணர்வு முழுமையான வடிவம் பெற்ற போதிலும், அச்செயலில் வெளிப்படும் விந்து (semen) தரக் குறைவாக இருந்தாலும் சினையாகும் தன்மை குறையும். இவற்றைச் சீர் செய்ய மலடு மற்றும் சினையாகும் தன்மை பற்றிய இவ்வினப் பதிவேட்டு தொகுப்புக் குறிப்புகளை ஆராய்தல், இனச்சேர்க்கையின் மேல் உள்ள நாட்டத்தை ஆய்வு செய்தல்,



முழுமையாக விந்தை ஆய்வு செய்தல் ஆகியவற்றை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

**முழுமையாகப் பால் உணர்வு குறைதலும் உடலுறவில் ஈடுபட முடியாமையும்.** ஒரு முழுமையான இனச்சேர்க்கையின் ஆண் இனத்தின் உடல் முழுமையாகத் தொடர்பு பெற்றுள்ளது. ஆண் உறுப்பு விரைத்தல், பெண் மாட்டில் ஏறுதல், பெண் உறுப்பில் முழுமையான இனச்சேர்க்கை நிறைவேற்றுதல், விந்து வெளியேறும் தன்மை ஆகிய நான்கு செயல்பாடுகளும் செம்மையுற நிறைவேறினால் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் முழுமையாக நடைபெற்றதாக கருதப்படுகிறது. இவ்வாறாகப் பால் உணர்வு குறையும் தருவாயில் இனச்சேர்க்கை விருப்புக் குறைவதுடன் அரைகுறைகயான செயலில் ஈடுபட வாய்ப்பும் உண்டு. மேலும் பால் உணர்வு குறைவதால் ஒரு பெண் மாட்டில் ஏற வேண்டும் என்னும் எண்ணமும் ஏற்படுவதில்லை.

இதே குறிப்பைப் பெண் இனத்துடன் ஒப்பிட்டால், இனச்சேர்க்கையின் போது ஆண் இனத்தின் முன்னே நிற்க விருப்பப்படவும் அவை தன் மேல் ஏறி இச்செயலை நிறைவேற்றவும் முயலும். பெண் இனத்தில் பால் உணர்வுக்கு ஈஸ்ட்ரோஜன் என்னும் ஹார்மோனும், ஆண் இனத்தில் பால் உணர்வுக்கு டெஸ்டோஸ்டீரோன் என்னும் ஹார்மோனும் உதவுகின்றன. இந்த இனச்சேர்க்கையின் விருப்ப பார்வையின் தன்மை, மணத்தின் தன்மை, குரலின் ஒலியைக் கேட்டல் ஆகிய நிலைகளில் தூண்டப்படுகிறது. மேலும் பெண் இனத்தின் உயரம், அகலம், நிறம், ஆண் நோக்கும்போது அவற்றை அனுமதிக்கும் முறையிலும் கூடப் பால் உணர்வின் தன்மை வேறுபடுகிறது.

உடலின் நாளமில்லாச் சுரப்பியின் சுரக்கும் தன்மை, நரம்பு மண்டலத்தின் முதன் உறுப்பைப் பாதிக்கும் போது பால் உணர்வின் தன்மை மாறுபடுகிறது. ஆண் இனத்தில் ஆண்மை நீக்கம் (castration) செய்யப்பட்ட பின் பால் உணர்வு குறைகிறது. மிகவும் வெப்பமான சூழ்நிலையில் உடல் வெப்ப நிலை மாறுகிறது. இத்தறுவாயில் இவ்வுணர்வு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

**உணவின் தன்மை.** உடல் மிகவும் மெலிவாகக் காணப்படும் போதும், அரைப்பட்டியுடன் இருந்தாலும் பால் உணர்வு குறைகிறது. முழுமையான செரிமானமாகும் உணவு (total digestible nutrient - TDN) வைட்டமின், புரதம், தாதுச்சத்துகளாகிய பாஸ்பரஸ், கோபால்ட் ஆகியவை தேவை. கால்நடைகளுக்கு அளவுக்கு மேல் உணவை கொடுக்கும் போது உடல் பருமனாகி மூட்டுவலி, பாதவலி

போன்ற நோய்கள் உருவாகிப் பால்உணர்வு குறைந்து உடல் உறவில் ஈடுபட முடியாமல் போகும். கால்நடைகளின் உணவு தரமாகவும், மிதமாகவும் இருக்க வேண்டும்.

கால்நடைகளில் பெரும்பாலும் நாட்பட்ட (chronic), தீவிர (acute) நோய்கள் ஏற்பட்டு உடலில் சுறுசுறுப்புத் தன்மையைப் போக்குகின்றன. மேலும் பசியின்மை, உடல்சோர்வு ஆகியவையும் பால் உணர்வைக் குறைத்து விடும். மேலும் நுரையீரல் அழற்சி, குடலழற்சி, தோல்நோய், தோல் பொடுகு, ஆக்டினோமைகோமா நிணநீர்க்கட்டி, வயிற்றுப்போக்கு போன்ற நோய்களால் பால்விருப்பு கணிசமாகக் குறைந்துவிடும். மிகவும் குறைந்த வயது, மிகக் கூடுதல் வயதும் பால் உணர்வுக் குறைவிற்கு ஒரு காரணியாகும். கால்நடைகளில் அதன் பராமரிக்கும் தன்மையில் கூடப் பால் இச்சையின் அளவு வேறுபடுகிறது. கால்நடைகளைப் பயிற்சி கொடுக்கும் முறை, கையாளும் தன்மை போன்றவை இதில் அடங்கும்.

கால்நடைகளின் மனநிலை பாதிக்கப்பட்டாலும் பால் உணர்வுக் குறையும். மேலும் பால் உறவின் போது வலி உண்டாயின் பால் விருப்புக் குறைந்து விடுகிறது. இடுப்பு எலும்பு நெறியும்போதும், ஒடியும்போதும் இனச் சேர்க்கையின் போது ஏறமுடியாதவாறு பால் விருப்பைக் குறைத்துவிடும். நீண்ட கால இடைவெளியில் இனச்சேர்க்கை மேற்கொள்ளும் தறுவாயிலும் அதன் உணர்வு ஓரளவு குறைகிறது. குறை சுரப்பு நிலையில் உள்ள தைராய்டு, டெஸ்டோஸ்டீரோன், கொள்டோட்ரோபின் இவற்றாலும் பால்விருப்பு பெருமளவு குறைகிறது.

(மு. அழகுமுத்து)

## பாலுறவுப் பிறழ்வு

பல வகையான உளஞ்சார்ந்த கோளாறுகள் பாலுறவுப் பிறழ்வுகளில் (sexual perversions) அடங்கும். இத்தகைய கோளாறுகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

**பால்புணர்ச்சி முனைப்பில் சீர்கேடுகள்**

**புணர இயலாமை (impotence).** ஒரு மனிதரால் நிறைவளிக்கும் வகையில் முழுமையாகப் புணர இயலாமைக்குப் பாலுணர்வில் விருப்பம் இராமை, விருப்பு இருந்தும் விந்து தானாகவே விரைந்து வெளிப்படல் போன்ற பல காரணங்கள் உண்டு. சிலர், சில பெண்களிடம் புணரவும், சில பெண்களிடம் புணர

புலாமலும் இருப்பர். ஆண் குறியை யோனியின் உள்ளே இழுத்தும் முன்போ நுழைத்த உடனோ விந்து கொண்டு விடுதலும் உண்டு. இதற்கு நாளமில்லாமை என்ன நோய்கள் அல்லது பெண்களின் நடத்தை அல்லது உளவியல் சார்ந்த கூறுகள் காரணமாக இருக்கலாம். இதற்கு உளவியல் மருத்துவம், அமைதி யூட்டி, ஆண் ஹார்மோன் போன்றவை பயனளிக்கலாம்.

**புணர்வுணர்வடக்கலாமை (satyriasis).** இத்தகையோருக்குப் பலமுறை புணர்ந்தாலும் அடங்காத விருப்பம் இருக்கும்.

**புணரக் கிளர்ச்சியின்மை (frigidity).** இது பெரும்பாலும் பெண்களில் காணப்படுகிறது. பெண்ணின் முதல் அனுபவம் வலியுள்ளதாகவும் ஏமாற்றமாகவும் இருந்தால் பெண்களுக்குப் புணர்ச்சியில் விருப்பே இருப்பதில்லை.

**மாறுபட்ட பால் புணர்ச்சி உணர்வு. கொடு வெறிக்காமம் (sadism).** இந்நிலையில் மற்றவர்களைக் கொடுமைப் படுத்துவதன் மூலம் ஆணுக்கோ, பெண்ணுக்கோ புணர்ச்சி இன்பம் கிடைக்கிறது. மற்றவர்களைக் கொடுமைப்படுத்தித் துன்புறுத்திக் குருதி வெளிப்படுவதைப் பார்த்த பின்னரே இவர்களுக்கு புணர்ச்சி இன்பம் தோன்றுகிறது. இந்நோய் முற்றிய நிலையில், புணரப்பட வேண்டியவரைக் கொலை செய்து, பாலின உறுப்புகளைச் சிதைத்தால் மட்டுமே இன்பம் விளைகிறது.

**கொடுமைப் புணர்ச்சி (masochism).** தான் துன்புறுத்தப்பட்டு, மிதிக்கப்பட்டு, அடிக்கப்பட்டு, துன்பமுற்ற பின்னரே இவர்களுக்குப் புணர்ச்சி இன்பம் கிடைக்கிறது.

**நிர்வாண வெறி (voyeurism).** பெண்களையோ, ஆண்களையோ, குழந்தைகளையோ நிர்வாணமாகப் பார்த்தால் மட்டுமே சிலருக்கு இன்பம் கிடைக்கிறது. கண்ணாடி முன் படுத்துக் கொண்டு நிர்வாணமாக இருப்பதில், இத்தகையோர் மகிழ்வடைகின்றனர்.

**ஆடையின்றி அலைதல் (exhibitionism).** இந்நிலையில் ஆண்கள், ஆண் குறிகளைத் திறந்து காட்டுவதிலும், பெண்கள் மார்பகங்களை வெளிக்காட்டுவதிலும் இன்பம் காண்கின்றனர். ஆண் குறியை வெளிக்காட்டி முட்டி மைதுனம் செய்து விந்தை வெளிப்படுத்தி இன்பமடைகின்றனர்.

**புணருவதற்குத் தவறான துணைவரைத் தெரிந்தெடுத்தல்.** குழந்தைகளை, வயது முதிர்ந்தவர்களை, விலங்குகளைப் புணர்வதில் இவர்களுக்கு இன்பம் கிடைக்கிறது. இறந்தவர்களைப் புணர்வதில் கூட இவர்கள்

இன்பம் காண்பர். மேலும் உயிரற்ற பொருள்களைப் (கையுறை, உள்ளாடை, காலணி, கைப்பை) புணர்வதிலும் இன்பம் பெறுகின்றனர்.

**தன் பால் புணர்ச்சி (homosexuality).** ஆண் ஆணைப் புணருவதும், பெண் பெண்ணைப் புணருவதும் இந்நோய் நிலையில் ஏற்படுகிறது.

**முட்டி மைதுனம் (Masturbation).** இதைத் தன் இன்பம் எனவும் கூறலாம். அனைத்து மனிதர்களும் நிறை இளம் பருவத்தில் தன் இன்பத்தைக் கையாண்டிருப்பர்.

மேற்கூறிய பாலுறவுப் பிறழ்வுகள் அனைத்துமே உளவியல் மருத்துவத்தில் சீரடையும். நாளமில்லாமை சுரப்பிகள் போன்றவை சீர்கெட்டிருந்தால் மருந்துகள் மூலமோ அறுவை மூலமோ சீர் செய்யலாம்.

அ. கத்திரேசன்

துணைநூல். K. Chaudhry, *Medicine for Students and Practitioners*, Seventh Edition, Jaypee Brothers, New Delhi, 1984.

## பாலூட்டி

முதுகெலும்பிகளில் உயர்ந்த இடம்பெறும் பாலூட்டிகள் (mammals) உடலமைப்பிலும், செயல்முறைகளிலும், தகவமைப்புகளிலும் சிறந்த நிலை பெற்று திகழ்கின்றன. இவற்றின் மாறா வெப்பத்தன்மையும் (homeotherms) நரம்புத் தொகுப்பின் உச்ச நிலையை அடைந்ததன் விளைவும் இத்தொகுப்பின் உச்ச நிலையில் மனிதன் தோன்றக் காரணமாகின்றன. பால் சுரப்பிகளிலிருந்து சுரக்கும் பாலால் இவற்றின் இளவுயிரிகள் ஊட்டம் பெற்று வளர்கின்றன. எனவே இவற்றைப் பாலூட்டிகள் (mammals) எனலாம்.

**பாலூட்டிகளின் தோற்றம்.** பாலூட்டிகள் ஊர்வன வற்றிலிருந்து தோன்றிப் படிமலர்ச்சியுற்றன. ஏறத்தாழ 225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே காட்டிலோசாரியன் (cotylosaurian) ஊர்வன வாழ்ந்திருந்தன. பெர்மியன் (permian) காலத்தில் வாழ்ந்த காட்டிலோசாரியன்கள் வகை ஊர்வன விலங்குகளில் செய்மூரியாவும் (seymouria) ஒன்றாகும். தற்காலத்து ஊர்வன, அழிந்துவிட்ட டைனோசர், பறவை ஆகிய பிரிவுகள் அனைத்தும் செய்மூரியாவிலிருந்து தோன்றிப் படிமலர்ச்சியடைந்தவை என்று பல புதைப்படிவச் சான்றுகள் தெரிவிக்கின்றன. உயிருடன் இருக்கும் புதைப்படிவங்கள் (living fossils) எனப்படும் ஒரு



புழைப்பாலூட்டிகளும் இக்கருத்தை வலியுறுத்துகின்றன. பின் கார்பானிஃபெரஸ் காலத்திலேயே சில பாலூட்டிகள் வாழ்ந்திருந்தன. இவை சிறப்படைந்த காட்டிலோசார் வகை ஊர்வன போல் தோற்றமளித்தன.

பெர்மியன், டிரையாசிக் காலத்தில் வாழ்ந்திருந்த சில காட்டிலோசார் ஊர்வன வகை அடுத்த காலமாகிய ஜூரானிக் காலத்திற்குள் அழிந்துவிட்டன. எஞ்சியிருந்த ஒரு சில சிறிய வகைகளிலிருந்து இயாசீன் காலத்திற்குள் பலவகையான பாலூட்டிகள் தோன்றின. அவற்றுள் பல ஊனுண்ணிகளாகவும், சில தாவரவுண்ணிகளாகவும் இருந்தன. சிறிது காலம் நன்கு வாழ்ந்த இவை பின்னர் அழிவுற்றன. சில புதைப்படிவங்களிலிருந்து பெரும்பாலான பாலூட்டிகளின் பண்புகள் அனைத்தும் தோன்றியிருந்தன என்று தெரிய வருகிறது. இந்நிலைக்குப் பின் ஏறத்தாழ 100 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு (அதாவது கிரிட்டேஷியஸ் காலம் வரை) பழம் பாலூட்டிகளைப் பற்றிய செய்திகள் மிகுதியும் கிடைக்கவில்லை. இதன் பிறகு சில மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் நிலத்தின் அமைப்பிலும், தட்பவெப்ப நிலைகளிலும் உலகம் முழுவதிலும் பல மாறுதல்கள் தோன்றின. இம்மாறுதல்கள் உயிரிகளைப் பாதித்தன. அப்போது வாழ்ந்த பூச்சிவுண்ணி வகையைச் சார்ந்த விலங்குகள் நன்கு பெருகி பல வகையான பாலூட்டிகளையும் தோற்றுவித்தன. அப்போது தற்காலப் பாலூட்டிகளின் முன்னோடிகள் பல தோன்றின. கிரீடேஷியஸ் காலம் வரை வாழ்ந்து அழிந்த ஊர்வன விலங்குகள் பாலூட்டிகளைப் போன்ற அமைப்புகளுடன் விலங்கின என்பதற்குப் புதைப் படிவங்கள் சான்று அளிக்கின்றன.

**பாலூட்டிகளின் படிமலர்ச்சி.** அண்மைக்காலம் (cenozoic) பாலூட்டிகளின் பரம்பரைகளைப் பற்றிய சான்றுகள் வலிமையாகவும் தெளிவாகவும் இருக்கின்றன. இதற்குப் பல காரணங்களைக் கூறலாம். கண்டங்கள் பலவற்றுள்ளும் காணப்படும் அண்மையுழிக் காலப்படிவுகள் இயற்கையாலும் மனிதராலும் மிகுதியாக அழியவில்லை. மாறாக, இவையனைத்தும் இயற்கையால் தொல்லுழிக்காலம் (paleozoic), இடையுழிக்காலம் (mesozoic) ஆகியவற்றின் படிவுகளைவிட நன்றாகப் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. இக்காரணங்களால் பெரும்பாலான அண்மையுழிப் பாலூட்டிகளின் புதைப்படிவங்கள் நன்றாகப் புதைவுற்றுக் காணப்பட்டன. இவை மாறுபட்டுக் கொண்டிருந்த பாலூட்டிகளின் பரம்பரைகளைப் பற்றிய நுண்மையான கட்டமைப்புச் செய்திகளையும் காலத்திலும் இடத்திலும் பரவியிருந்த நிலை பற்றிய அனைத்துச் செய்திகளையும் அளிக்கின்றன.

அண்மை ஊழிக்காலப் பாலூட்டிகளுடைய பற்களின் அமைப்பு, புதை படிவங்களாகிக் கிடைப்பதற்கு ஏற்றவாறு இருந்தது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது. பலத்தம் மிக உறுதியான உறுப்பாகையால் அழிவுறாமல் சிறந்த புதைபடிவமாக விளங்கியது. மேலும், அண்மை ஊழிக் காலப் பாலூட்டிகளுடைய புதைப்படிவங்களின் தொகை பெரியதாக அமைந்தது. தொல்லுழியிலும், இடையுழியிலும் வாழ்ந்த ஊர்வன முதலெலும்புள்ள விலங்குகளின் புதைபடிவங்களின் தொகை, பாலூட்டிகளின் புதைபடிவத் தொகையோடு ஒப்பிடுகையில் மிகக் குறைந்தது.

அண்மை ஊழிக்காலப் பாலூட்டிகளின் பரம்பரைத் தொடர்ச்சியை பல பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். தொடக்க நிலையிலிருந்த விலங்கினங்கள், போலியோசின், இயோசின் காலங்களில் பல இடங்களுக்குப் பரவத் தொடங்கின. இது தொன்மை விலங்குகளின் காலம் என்று கருதப்பட்டது. பிற்காலத்தும் தொடர்பு அழிந்து விட்டபோதிலும் அக்காலத்தைப் பாலூட்டிகளின் சிறப்புக் காலம் எனலாம்.

தென் அமெரிக்காவைத் தவிர மற்ற இடங்களனைத்திலும் போலியோசின், இயோசின் கால விலங்கினங்களுக்குப் பதிலாகத் தற்காலப் பாலூட்டிகளின் முன்னோடிகள் தோன்றின. இது பின் இயோசின், ஆலிகோசீன் காலங்களில் வாழ்ந்தன. அண்மைக் கால பின்பகுதியில், விலங்கினங்கள் அனைத்தும் சிறப்பான வகைகளில் முன்னேற்றமடைந்து, தற்காலப் பாலூட்டிகளாக மாறின. இச்செயல் பல மில்லியன் ஆண்டுகள் தொடர்ந்து நடந்தது. இறுதியாகப் பிளீஸ்டோசீன், பின் பிளீஸ்டோசீன் காலப் படிமலர்ச்சிக் செயல்களால் தற்காலப் பாலூட்டிகளின் இனங்கள் தோன்றின. தற்காலத்தில் பல்வகைப் பாலூட்டி இனங்களில் காணும் அடிப்படைப் பிரிவுகள் பிளீஸ்டோசீன் காலத் தொடக்கத்திலேயே தோன்றின. ஆனால் சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் பிளீஸ்டோசீன் காலத்தில் தோன்றிய பல பாலூட்டிப் பரம்பரைகள் அழிந்து விட எஞ்சிய சில பிரிவுகள் மட்டும் இன்னும் தொடர்ந்து வாழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன. தற்காலத்தில் காணப்படும் வெவ்வேறு உருவங்களும் கூட்டமைப்புகளும் அப்போது தோன்றிய மாற்றங்களேயாகும். பல வகைகள் அழிவுற்று இருந்தன. அவற்றுடன் ஒப்பிடுகையில் தற்காலப் பாலூட்டிகளின் தொகையும் வகையும் மிகக் குறைந்தவையாகும்.

அண்மை ஊழிக்கால இறுதி ஆண்டுகளில் குளம்புடைய பாலூட்டி, ஊனுண்ணி, கொரிப்பன, குரங்கினம் மற்றும் பல சிறு பிரிவுகள் வேகமாக வளர்ச்சியுற்று முன்னேறின. மூன்று விரல்களையுடைய குதிரை வகை, படிமலர்ச்சி மாற்றங்களால்

ஒற்றைக் குளம்புடைய தற்காலக் குதிரையாக வளர்ந்தது. பழைய மான் வகைகள் அழிவுற அவற்றின் பரம்பரையான தற்கால மான் வகைகள் உருவாகின. பழைய நாய் வகைகள், தற்போதுள்ள ஒநாய், குள்ளநரி போன்றவையாக உருவெடுத்தன. ஆனால் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக இப்பெரும் பாலூட்டிகளின் ஆதிக்கத்தில் இருந்த நிலம், அவற்றின் தனித்த ஓர் இனமான மனித இனத்தின் கட்டுப்பாட்டிற்குள்ளாயிற்று.

### தனிச்சிறப்புப் பண்புகள் (characteristics).

பொதுவாக, பாலூட்டிகளின் உடல், மயிர்களால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். சில விலங்குகளில் இவை வளர்ச்சி குன்றி காணப்படும். இவற்றின் தோலில், வியர்வைச் சுரப்பிகள், கொழுப்பு சுரப்பிகள், பாற்சுரப்பிகள் காணப்படும். இரு தாடைகளிலும் பற்கள் உள்ளன. கண்ணிமைகள் அசையும் தன்மையன. புறச்செவி மடல் உண்டு. இடப்பெயர்ச்சி களுக்கேற்ப நான்கு கால்களை பெற்றுள்ளன. மண்டையோட்டில் இரு பிடரிக்குமிழ்கள் உண்டு. பொதுவாகக் கழுத்துப் பகுதியில் ஏழு முள்ளெலும்புகள் இருக்கும். இதயம் நான்கு அறைகளையுடையது. இதன் இடப்பக்கம் பெருந்தமனி மட்டுமே உள்ளது. குருதிச் செவ்வணுக்களில் நியூக்ளியஸ் இல்லை. மாறா வெப்பமுடைய தன்மை காணப்படுகிறது. குரல்வளைப் பெட்டி ஒன்றுண்டு. நுரையீரல்களே சுவாச உறுப்புகளாகும்.

உதரவிதானம் (diaphragm) என்னும் தசையாலான தடுப்பு, உடற்குழியை, மார்புறை (thorax), வயிற்றறை (abdomen) என இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. சிறு நீரகங்கள் கடைநிலை நுண்குழல்களால் (metanephros) ஆனவை. சிறுநீர்ப் குழாய்கள் (ureters) சிறுநீர்ப் பையினுள் திறக்கின்றன. நரம்புத் தொகுப்பில் நன்கு வர்ச்சியுள்ள மூளையும் அதனுடன் தொடர்பு கொண்ட 12 இணைமூளை நரம்புகளும் உள்ளன. ஒரு புழை பாலூட்டிகளுக்கு (monotreners) மட்டுமே பொதுக் கழிவுப்புழை (cloaca) உண்டு.

ஆண், பெண் உயிரிகள் தனித்துக் காணப்படும். ஆண் உயிரியில், கலவியுறுப்பு ஒன்றுண்டு. விந்தகங்கள் பொதுவாக விதைப் பைகளில் இடம் பெற்றிருக்கும். பெண் இனப்பெருக்கத் தொகுப்பில் சூல் சுரப்பிகள், அண்ட நாளங்கள், கருப்பை (uterus), புணர்புழை முதலியன இடம் பெற்றிருக்கும். பெண் இனப்பெருக்கத் தொகுப்பில் சூல் சுரப்பிகள், அண்டங்கள், கரு இணைப்படலத்தால் கருப்பையுடன் இணைக்கப்பட்டு, அங்கு வளர்ச்சியுறுகின்றன. ஒரு புழை பாலூட்டிகள் இதற்கு விதிவிலக்காகும். கருச்சவ்வு (amnion), கருப்புற உறை

(chorion), பனிக்குடம் (allantoin) போன்ற கருப்படலங்கள் உண்டு. பால் சுரப்பிகளினின்றும் சுரக்கும் பாலால் இளவுயிரிகள் ஊட்டம் பெறுகின்றன.

விலங்கியல் வல்லுநர்கள் பாலூட்டிகளை புரோட்டோத்தீரியா, மெட்டாத்தீரியா யூத்தீரியா என மூன்று துணை வகைகளாகப் பிரிக்கின்றனர். தற்போது இம்மூன்று பிரிவுகளைச் சார்ந்த உயிரிகளே உயிருடன் காணப்படுகின்றன.

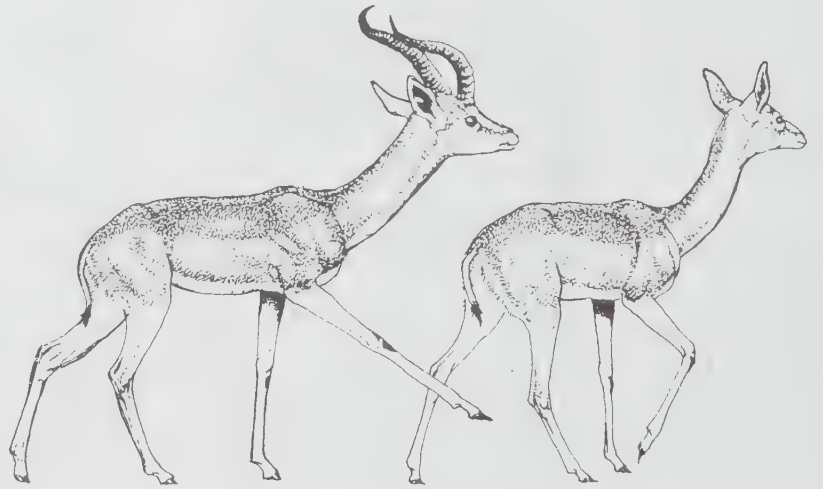
புரோட்டோத்தீரியா. இப்பிரிவில் உள்ள பாலூட்டிகள் முட்டை இடும் பழக்கம் உடையவை. இப்பிரிவு விலங்குகள் ஆஸ்திரேலியாவிலும் டாஸ்மேனியா, நியூகினித் தீவுகளில் மட்டும் வசிக்கின்றன. வளர்ச்சியின் முதற்படி நிலையிலுள்ள வனாகப் (primitive) புழைப் பாலூட்டிகள் கருதப்படுகின்றன. இதனால் பாலூட்டிகளையும் அவற்றின் ஊர்வன முன்தோன்றிகளையும் இணைக்கும் உயிரிகளாக இவை விளங்குகின்றன. பாலூட்டிகளுக்கே உரிய பண்புகளில் சிலவும், ஊர்வனவற்றிற்குரிய பண்புகளில் சிலவும், வளர்ச்சியின் முதற்படியிலுள்ள பண்புகளில் சிலவும் இனப் பண்பழிந்த சிலவும், மிகச் சிறப்புற்ற பண்புகளில் சிலவுமாகச் சேர்ந்து இவ்வுயிரிகளில் காணப்படுதல் குறிப்பிடத்தக்கது. எனினும், பிளாடிபஸ் ஆகியவை இதற்குச் சான்றாகும்.

வெட்டாத்தீரியா. இப்பிரிவைச் சார்ந்த உயிரிகள் ஆஸ்திரேலியாவிலும் வட தென் அமெரிக்காவிலும் வசிக்கின்றன. இவ்விலங்குகளின் பின் கால்களுக்கிடையில் ஒரு பை இருக்கிறது. இப்பையினுள் உயிரிகள் பேணி வளர்க்கப்படுகின்றன. எனவே இவற்றைப் பையுடைய பாலூட்டிகள் (marsupialia) என்பர். இவை குறை வளர்ச்சி கொண்ட குட்டிகளை ஈனுக்கின்றன. இக்குட்டிகளை, தாய் தன் வளர்ப்புப் பையுள் (marsupium) வைத்துப் பாலூட்டி வளர்க்கிறது. பால் அருந்தும் திறனற்ற இளம் குட்டிகள் உறிஞ்சி போன்ற வாயால் பால்காம்பை இறுகப் பற்றிக் கொள்கின்றன. தாய் உயிரி தன் வயிற்றுத் தசைகளின் இயக்கத்தால் பாலைக் குட்டியின் வாயினுள் செலுத்துகிறது. சற்று வளர்ச்சியுற்ற பின்னர், குட்டிகள் தாமே பாலை அருந்திக் கொள்ளும். குட்டியின் குரல்வளை முன்னோக்கி, மூச்சுப் பாதையில் வளர்ந்து பால் மூச்சுப் பாதையில் செல்வதைத் தடுக்கிறது. கீழ்த்தாடையின் டென்ட்டரி எலும்பு பின் பக்கத்தில் உள்நோக்கி வளைந்திருத்தல் பைப் பாலூட்டிகளுக்குரிய ஒரு சிறப்பு இயல்பாகும். ஆண் விலங்குகளில், விதைப்பைகள் கலவியுறுப் பின் முன்னால் இடம் பெற்றிருப்பதும் குறிப்பிடத்தக்க பண்பாகும். இவற்றுள் பூச்சி உண்ணி, கங்காரு, ஒப்போசம் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.





பாலூட்டிகளின் நடத்தைகள்





யூத்தீரியா. இப்பிரிவில் கரு இணைத் திசு பாலூட்டிகள் (placentalia) காணப்படுகிறது. இப்பிரிவில் அடங்கும் பாலூட்டிகள், உண்மையான பனிக்குடக் கரு இணைத் திசுவைப் (true allontoic placenta) பெற்றுள்ளன. கருக்கள் முழு வளர்ச்சியுறும் வரை தாயின் கருப்பையில் தங்குகின்றன. இவற்றில் வளர்ப்புப் பையோமேற் பூப்பெலும்புகளோ, பொதுக் கழிவறையோ கிடையாது. மலவாயும், சிறுநீரக இனப்பெருக்கப் புழைகளும் தனித்துக் காணப்படுகின்றன. கருப்பை ஒன்றே உள்ளது. கலவியுறுப்பின் இரு பக்கங்களிலோ, அதன் பின்னாலோ இடம்பெற்றுள்ள விதைப்பைகளினுள் விந்தகங்கள் அமைந்துள்ளன. மூளையில் பெருமூளை அரை வட்டங்கள் பெருத்தும், கார்பஸ் கலோசம் நன்கு வளர்ச்சியுற்றும் காணப்படுகின்றன.

பூச்சியுண்ணி (insectivora). மூஞ்சறு, துன்னெலி, முள் எலி முதலியவை இப்பிரிவைச் சாரும். இவை உருவில் சிறுத்த, நிலவாழ் பாலூட்டிகளாகும். இவற்றின் தலை அழுத்தம் பெற்றும் முகவாய்ப் பகுதி சற்று நீண்டும், அசையுந் தன்மையுடைய சிறிய துதிக்கை போன்றும் அமைந்திருத்தல் சிறப்புப் பண்பாகும். இவை பூச்சியுண்ணி என வழங்கப்பட்ட போதிலும் பூச்சிகளை மட்டுமல்லாமல் இணைக்காலிகள், மெல்லுடலி, சிறிய எலி, சிறு பறவை, பழங்கனையும் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, போட்டோமோகேல், குட்டைவால், துன்னெலி, தங்கத் துன்னெலி.

கைரோப்பீரா - பறக்கும் பாலூட்டிகள். உண்மையான பறக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும் பாலூட்டி வெளவால் ஆகும். இச்சிறப்புப் பண்பு ஏனைய பண்புகளில் பூச்சியுண்ணிகளை ஒத்திருக்கும். காற்றில் மிதந்து செல்லும் பறக்கும் ஃபெலொஞ்சர்களைப் போலல்லாமல் சிறகடித்துப் பறக்கின்றன. வெளவால்களின் சிறகு தோல் மடிப்பால் ஆனது. இத்தோலின் மடிப்பு இரண்டாம் வகை விரலினின்று வால் வரை நீண்டிருக்கும். இயற்கையாகச் செயற்படும் தோலின் பரப்பளவை அதிகரிக்கும் பொருட்டு எலும்புத் தொகுப்பில் பல மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. மேலும் பறப்பதற்கேற்ப உடல் கட்டமைப்பு உறுதியாக இருக்கவும், உடலின் குறையவும் பல மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன.

கைரோப்பீரா வரிசையில் ஏறத்தாழ 900 வெளவால் இனங்கள் உள்ளன. டிரோப்பஸ் ஐஜுகேன்ட்டியன், சைனோபடரஸ், ரைனோலோஃப்ஸ், டெஸ்டோஸ் (ரத்தக் காட்டரி வெளவால்) ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

டெர்மாப்பீரா. இவை பறக்கும் லெமூர் என்று வழங்கப் படுகின்றன. பறக்கும் அணிலை ஒத்த தோற்றம் உடைய இவை

கீழை நாடுகளில் உள்ள அடர்ந்த காடுகளில் வசிக்கின்றன. மரக்கிளைகளில் நீண்ட தொலைவு சறுக்கி இயங்குவதற்கேற்ப இவற்றின் உடலில் இணைப்புத் தோல் ஒன்றுள்ளது.

பிரைமேட் . லெமூர், டார்சியஸ் குரங்கு, வாலில்லாக் குரங்கு (மனிதக் குரங்கு) மனிதன் முதலியன அடங்கிய இப்பிரிவு, நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே பூச்சியுண்ணிப் பிரிவினின்றும் தனியே பிரிந்து படிமலர்ச்சியுற்றது. இவ்விரு பிரிவுகளுக்கிடையே நெருங்கிய தொடர்பு காணப்படுவதால் சில உயிரிகளும், அகழ்தெலிகளும், எந்தப் பிரிவைச் சார்ந்தவை என்பது ஐயமாகவே இருக்கிறது. பழம் பாலூட்டிகள் மரத்தில் வாழும் தன்மையுடையது எனக் கருதப்படுகிறது. உணவைப் பற்றியெடுக்க இது கைகளையே பெரிதும் சார்ந்திருக்கின்றன. இப்பாலூட்டிகள் அணைத்துண்ணிகளாகவும், பழவுண்ணி களாகவும் இருந்தமையால் முன் கடைவாய்ப் பற்களின் சிகரத்தில் நான்கு புடைப்பு (quadri tubercular) உள்ளன.

பிரைமேட்டுகளின் இனப்பெருக்க முறை மற்றுமொரு சிறப்புப் பண்பாகும். முன்னேற்றம் அடையாத விலங்குகளில் கருப்பை இரண்டாக இருக்கும். முன்னேற்றம் அடைந்த மேல்நிலைப் பிரைமேட்டுகளில் கருப்பை மூன்றாக அமைந்திருக்கும். இவை வளர்ச்சியுற்றுக் குட்டிகளை ஈன்றெடுக்கின்றன. மரங்களின் மீது வாழும் வாழ்க்கைக்கு ஏற்ப மார்பிலமைந்த இருபால் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் கருப்பையின் உட்கவர் மாற்றமடைந்து, சூல் காலத்தில் கரு வளர்வதற்கு ஏற்பத் தாய்க்கரு பனிக்குட இணைப்புத்திசு, குருதிச் சுருப்புறவறை (haemochorial placenta) வகையைச் சார்ந்தது. இவ்வமைப்பு கருப்பையில் வளர்ச்சியுறும் கருவிற்குச் சிறந்த முறையில் ஊட்டம் அளிக்க வல்லது. இதைத் தவிர பிறந்த பின் குட்டியைக் காக்கும் பொறுப்பு நீண்ட நாள் நீடிக்கிறது.

ரோமர் என்பாரால் பின்பற்றப்படும் பிரைமேட்டுகளின் வகைப்பாடு பின்வருமாறு: வரிசை-பிரைமேட், துணைவரிசை, லெமூராய்டியா, புரோசிமி, டார்சியாய்டியா (tarsiodea), ஆந்த்ரோப்பாய்டியா, பிளாட்டிரைனி, கேட்டரைனி என்பன.

வட அமெரிக்காவிலும், ஐரோப்பாவிலும் தொல்லாழியிலும், இடையூழியிலும் லீமர் மிகுந்து காணப்பட்டது. தற்போது மடகாஸ்கரில் மட்டும் வாழ்கிறது. டார்சியா தொல்லாழிக்காலம் தொடங்கி இன்றுவரை வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு விலங்குப் பிரிவாகும். கிழக்கிந்தியத் தீவுகளிலும், பிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளிலும் வாழும் இது தேவாங்கு வகையை ஒத்த உருவம் உடையது.

குரங்கு பொதுவாக ஆந்தரோபாய்டியா எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஒலிகோசின் காலம் முதல் வாழ்ந்தது. இது சுறுசுறுப்புடனும், கைகளால் பொருள்களைக் கையாளக்கூடிய தன்மை பெற்றும் விளங்கும். இது சாதாரண விலங்குகளைப் போலவே 4 கால்களில் நடக்கிறது.

பிளாடிரைனி எனப்படும் புது உலகக் குரங்கு மிகப் பழமையானது. இப்போது மைய மற்றும் தென் அமெரிக்காவில் அடர்ந்த காடுகளில் வாழ்கிறது. கேட்டரைனி எனப்படும் பழைய உலகக்குரங்கு அல்கோசின் காலம் முதல் தொடர்ந்து பலவித மாற்றங்களுடன் வாழ்ந்து வந்த குரங்கு வகையாகும்.

**ஊணுண்ணி (carnivora).** பூச்சியுண்ணி முன்னோர்களினின்றும் படிமலர்ச்சியுற்ற தொல் பாலூட்டிகள், தகவமைப்புத் தழுவிப் பரவலை மேற்கொண்டு, பல திசைகளில் பரவி ஊர்வன வாழ்ந்திருந்த சூழ்நிலைகளைச் சென்றடைந்தன. நிலவாழ்விகளுள் ஒரே ஒரு பிரிவுமட்டும் பிற விலங்குகள் உண்பதற்கேற்ற தகவமைப்புப் பெற்றுச் செழிந்தோங்கின, ஊணுண்ணிப் பாலூட்டிகள் நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே அதற்குரிய தகவமைப்புகளைப் பெற்று சிறப்பெய்திப் பல திசைகளிலும் பரவியமையால் வேறெந்த பாலூட்டி இனமும் இவற்றோடு போட்டியிட இயலவில்லை. இவ்விலங்குகளின் வெட்டும் பற்கள் இறைச்சியைத் துண்டிப்பதற்கேற்ப வலிமை பொருந்தியும், கோரைப் பற்கள் குத்துவான் போன்ற வடிவிலும் காணப்படுகின்றன. வலிமை பொருந்திய தாடைகளையும், அவற்றின் தசைகள் பொருந்துதற்கேற்ப மண்டையோட்டு விளிம்புக் கோடுகளையும், கன்ன வளைவுகளையும் பெற்றுள்ளன. ஊணுண்ணும் விலங்குகள், பிற விலங்குகளை வென்று, அவற்றைக் கொல்வதற்கேற்ப அறிவுக்கூர்மை நிறைந்து காணப்படுகின்றன. இவற்றின் நுகர்புலனும், பார்வையும், கூர்மையாக விலங்குகின்றன. விரல்கள் கூர்மையான வளை நகங்களைப் பெற்றுள்ளன. இவ்விலங்குகள் விரைவாக ஓடக்கூடியவையாகவோ, மரமேறுதலில் வல்லமை பெற்றவையாகவோ விளங்குகின்றன. அவற்றில் சில குடும்பங்களாவன: ஃபெலிடே (பூனை, டைக்ரிஸ்), வைவெர்ரிடே (புழுக்குப்பூனை, பனைப்புழுக்கு), கேனிடே (நாய்வகை, நரி), ஆர்சிடே (கரடி), எம்லூரிடே (பாண்டா), மஸ்டெலிடே (நீர்நாய் வகை) என்பன.

**பெரிஸ்ஸோடேக்டைலா.** குதிரை, டப்பீர் (tapir), காண்டாமிருகம் முதலிய குளம்புடைய பாலூட்டிகள் இப்பிரிவில் அடங்கியுள்ளன. இவை அனைத்தும் தாவரவுண்ணிகள், விரல்களின் நுனியில் உள்ள குளம்பு

எனப்படும் விரிவுற்ற நகங்களைத் தரையில் ஊன்றி நடக்கும் பழக்கம் உடையவை. முன்கால்களில் மணிக் கட்டெலும்புகளும் பின்கால்களில் கணுக்கால் எலும்புகளும் ஓரளவோ, முற்றிலுமோ ஒன்றிணைந்திருக்கும். இத்தன்மை குதிரைகளில் முழுமையாகக் காணப்படுகிறது. இவ்வெலும்புகளின் இணைப்பால் உருவாகும் எலும்பிறகுக் கோனான் எலும்பு (canon bone) எனப் பெயர். இவ்விலங்குகளின் கால்கள் பொதுவாக நிலத்தின் மீது வேகமாக ஓடுதற்குரிய தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றில் சில குடும்பங்களாவன. ஈக்விடே (குதிரை, கழுதை, வரிக்கழுதை), டபீரிடே (டபீல்), ரைனோ செரோட்டிடே (காண்டாமிருகம்) என்பன.

**ஆர்உஷியோடேக்டைலா.** இவை இரட்டைக் குளம்புடையவை என வழங்கப்படுகின்றன. தாவரங்களையே அடிப்படை உணவாகக் கொள்ளும் பெரும் விலங்குகளில் இப்பிரிவைச் சேர்ந்தவை மேம்பட்டு விளங்குகின்றன. ஆடு, மாடு, பன்றி, மான், ஓட்டகம், ஓட்டகச்சிவிங்கி, லாமா, நீர்யானை முதலியவை இப்பிரிவில் அடங்கும். ஒற்றைக் குளம்புடையவைவற்றைப் போன்ற இவ்விலங்குகளும் விரல்களின் நுனியில் நன்கு வளர்ச்சியுற்ற குளம்புகளைப் பெற்றுள்ளன. குயிஃபார்மில் துணை வரிசையில் பன்றி, காட்டுப்பன்றி, நீர்யானை, டைலோப்போடா ஓட்டகம், லாமா, அசை போடுவன மான், ஆடு, மாடு கலைமான் ஆகியவை அடங்கும்.

**ஹெரர்காட்டியா.** ஆப்பிரிக்காவிலும் அதன் சுற்றுப் புறங்களிலும் வசிக்கும் ஹெராக்ஸ் அல்லது கோனி (conier) என்னும் விலங்குகள் இப்பிரிவைச் சாரும். இவை யாவும் புரோக்கேவியா என்னும் ஒரே பொதுவினத்தில் அடங்கும். ஆப்ரிக்காவில், ஒலிகோசீன் பருவத்தில் வாழ்ந்திருந்த இவ்விலங்குகளின் புதைபடிவுகள் கிடைத்துள்ளன. மலைச்சாரலில் பாறைகளுக்கிடையேயும் மரங்களிலும் இச்சிறு முயல் போன்ற விலங்குகள் பதுங்கி வாழும். இவை குட்டைக்காது முயல் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. கொரிக்கும் பாலூட்டிகள் என கருதப்பட்ட இவ்வகை உயிரினங்கள் பின்னர் குளம்புடையனவாகக் கருதப்பட்டன.

**புரோபொசிடியா.** யானை இப்பிரிவில் அடங்கும். இவை இந்திய யானை, ஆப்பிரிக்க யானை இரு வகைப்படும். நிலவாழ் விலங்குகளில் இவையே அளவில் பெரியவை. இவை பழம் பண்புகளையும் சில சிறப்புப் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. ஐவிரற்கால்கள், சிறு மூளையை மூடுமளவு பெரிதாயிராத பெருமூளை அரைவட்டப்பகுதிகள், இருபெருஞ்



சிரைகள், வயிற்றுப் பகுதியில் இடம் பெறும் விந்தகங்கள் முதலியன இவற்றின் பண்புகளாகும். ஆப்பிரிக்க யானை (elephas africanus), இந்திய யானை (elephas indicus), அற்றுப்போன யானை வகை (mammoth), பொதுவினஞ்சாந்த மரப்பற்றழிந்த யானை வகை (mastodon) ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

**சைரீனியா.** இப்பிரிவில் அடங்கும் விலங்குகள் கடல் பசு எனப்பட்டன. நீர் வாழ்க்கைக்குரிய தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ள இவ்விலங்குகள் அளவில் பெருத்தும் இயக்கத்தில் மந்தமாகவும் தாவரவுண்ணிகளாகவும் விளங்குகின்றன. இவற்றின் நீர் வாழ்விற்குரிய தகவமைப்புகள் இயோசின் காலம் முதல் காணப்பட்டு வருகின்றன. எ-டு: ஹெலிக்கோர், மேன்டெ.

**சீடேஷியா.** திமிங்கிலங்களும், டால்ஃபின்களும், பார்பாயிஸ்களும் இப்பிரிவில் அடங்கும். முற்றிலும் நீரிலேயே வாழும் இவை அதற்குரிய தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஒடோன்டோசிட்டி (டால்பின்), மிஸ்ட்கோசிட்டி (பெலீனா) முதலியன சில துணை வரிசைகளாகும்.

**ஈடென்ட்டேட்டா.** ஈனென்ட்டேட்டா என்னும் பெயருக்கு பற்கள் அற்றவை என்று பொருள். சில விலங்குகள் தம் உணவின் தன்மைகேற்ப, மிகச் சிறிய பற்களைக் கொண்டிருக்கும். சில விலங்குகளின் பற்கள் எளிய அமைப்புடையவை. சிலவற்றில் பற்களே இல்லை. எனினும் இவை யாவும் பற்களற்றவை என்னும் வரிசையில் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இப்பிரிவு விலங்குகளின் தோல் மேற்பரப்பில் செதில்களோ, எலும்பிலான சிறு செதில் போன்ற அமைப்புகளோ இருக்கும். இவை நிலத்தில் வாழும். இவற்றில் சில புவிக்கடியில் வளைகளிலோ, மண்ணில் புதையுண்டோ மரங்களிலோ வாழும் இயல்புடையவை. இப்பிரிவில் மிகச் சிறிய உருவமும் மிகப் பெரிய உருவமும் கொண்ட பலவகை விலங்குகள் அடங்கியுள்ளன. எ-டு: ஸ்லாட், எறும்புத்தின்னி, ஆர்மடில்லோ, மேனிஸ்.

**ஃபோலிடோட்டா.** இப்பிரிவில் அடங்கும் விலங்குள் பொதுவாகப் பேங்கோலின், செதிலுடைய எறும்புண்ணி எனப் பலவாறாக வழங்கப்படுகின்றன. ஆசியா, ஆஃபிரிக்கா பகுதிகளில் இவை காணப்படுகின்றன. பேங்கோலினின் உடல் 1.5 மீ. நீளம் வரை வளரக்கூடும். தலையில் முன்முனை, கூர்மையான மூக்காக நீண்டுள்ளது. தலையின் மேற்பரப்பு, உடலின் இரு பக்கங்கள், வாலின் மொத்தப் பரப்பு ஆகிய பகுதிகள் கொம்பு

பொருளாலான செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. உடலின் அடிப்பரப்பு முடியால் மூடப்பட்டுள்ளது. எ-டு: மேனிஸ், மேனிஸ் குராஸ்ஸிக்காடேட்டா.

**டியூபுலிடென்ட்டேட்டா (tubulidentata).** இப்பெயருக்குப் குழல்பல்லுடையன என்பது பொருள். ஆர்டு வார்க் (Aard Varks) எனும் விலங்கு இப்பிரிவில் அடங்கும். இதில் அடங்கும் ஒரிக்ட்டிரோஸ் என்னும் ஒரே சிறப்பினம் நிலப்பன்றி என்று வழங்கப்படுகிறது. தென் ஆப்பிரிக்காவில் வாழும் சிறிய பன்றியின் அளவிலிருக்கும் சில விலங்குகள், வளை தோண்டி வாழும் பழக்கம் உடையவை. இவற்றில் பற்சிப்பி கிடையாது. பற்காரையினால் மூடப்பட்டுள்ளது. பற்சிகரம் குருதித்தந்தினி (vasodentine) என்னும் பொருளால் ஆனது. எனவே இப்பிரிவிற்குக் குழற்பல்லுடையவை எனப் பெயர் வழங்கப்பட்டு வருகிறது.

**ரொடென்ஷியா.** கொறிக்கும் பாலூட்டிகளான அணில், எலி, சுண்டெலி, பீவர் முதலியன இப்பிரிவில் அடங்கும். பாலூட்டிகளிலேயே மிகப் பெரும் எண்ணிக்கை கொண்ட விலங்குகள் அடங்கிய பிரிவு இதுவே. பொதுவாகக் கிடைக்கக்கூடிய எந்த உணவையும் உண்டு நன்கு வாழ்ந்து, இனத்தைப் பரந்த அளவில் பெருக்கி மற்ற பாலூட்டிகளை விட மிகச் சிறந்த முறையில் இவை வாழ்ந்து வருகின்றன. இரவில் இரை தேடும் இவை உலகம் முழுவதும் காணப்படுபவை. உருவில் மிகச் சிறிய இவை மண்வளை, மரப்பொந்து, சந்து ஆகிய இடங்களில் எளிய வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. சிலவற்றை நீரிலும் காணலாம்.

லாகோமார்ஃபா. குழி முயல், காட்டு முயல் முதலிய முயல் வகைகள் இப்பிரிவில் அடங்கும். இவற்றின் மேல் தாடையில் ஈரினை வெட்டும் பற்கள் காணப்படுதல் ஒரு சிறப்புப் பண்பாகும். டபியா எலும்பு ஃபிபுலா எலும்போடு இணைந்துள்ளது. விந்தகங்கள் நிலையாக விதைப்பைகளில் இடம் பெற்றுள்ளன.

என். இராமகிருஷ்ணன்

## பாலூட்டிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை

வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவேற்றிக் கொள்ளும்பொருட்டு, விலங்குகள் பல தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றில் சமுதாய வாழ்க்கையமைப்பும் ஒன்றாகும். இவ்வாழ்க்கையில் கூட்டுக்குடியிருப்புகளாக (colonies), பொதுக்குழுமங்களாக

(communities), மந்தைகளாக (herds), குடும்பங்களாக (families), குழாம்களாக (flocks), மொய்த்திரள்களாக (shoals) விலங்குகள் இணைந்து சந்ததியை நிலைநிறுத்தப் பாடுபடுகின்றன. பாலூட்டிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை உயர்நிலை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. பொதுவாகப் பாலூட்டிகள் அனைத்தும் சமுதாய வாழ்வு நடத்துவனவாகும்.

**சமுதாயப் படிநிலைத்தன்மை.** பாலூட்டிகள் நிலையான அமைப்பில் வாழ்கின்றன. கொரிப்பனவற்றிலும் (rodents) துடுப்புக்கால்களையுடைய நீர்வாழ் பாலூட்டிகளிலும் (pinnepeds) குளம்புடையவற்றிலும், மனிதன் - குரங்கு உள்ளிட்ட உயர் பாலூட்டிகளிலும் பல ஆய்வுகள் நடந்துள்ளன.

### கொரிப்பன

**பீவர் (beaver).** கொரிக்கும் பாலூட்டிகளில் மந்தையாகக் காணப்படும் பீவர் விலங்குகளிடையே சிறந்த சமுதாய அமைப்புள்ளது. அமெரிக்கப் பீவரின் சமுதாய வாழ்க்கையைப் பற்றிப் பிரிட் என்பார் ஆய்வு செய்துள்ளார். அவர் இரு முதிய விலங்குகளையும் அவ்வாண்டுப் பிறந்தக் குட்டியையும் அதற்கு முந்திய ஆண்டு பிறந்தக் குட்டியையும் இதற்குப் பயன்படுத்தினார். இரண்டாண்டில் குட்டிகள் முதிர்ச்சி அடைந்தவுடன் அவை பெற்றோர்களால் விரட்டி அடிக்கப்பட்டன. இதனால் இக்குடும்பம் எப்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுடைய உறுப்பினர்களையே கொண்டுள்ளது. ஒரு குடியிருப்பில் ஓர் ஆண் மட்டுமே உள்ளது.

**ஆல்ப்ஸ் அணில்.** சிறு பாலூட்டியான இது அடிப்படையில் சமுதாய வாழ்க்கையைக் கொண்டுள்ளது. அணில் தனித்தும் குடும்ப வாழ்க்கையை நடத்தும். இடர் நேரும்போது சீழ்க்கை ஒலி எழுப்பிப் பாதுகாப்பாகத் தன் இடங்களை அடையும்.

**காட்டு முயல்.** பெண் முயல்களில் பரப்பெல்லை காக்கும் தன்மையைப் பொறுத்தும் ஆண் முயல்களின் ஒங்கு நிலையைப் பொறுத்தும் இவற்றிடையே சமுதாய அமைப்பு ஏற்படுகிறது. ஒங்கு நிலை ஆண் முயல் பொதுவாக முதிர்ந்ததாக உள்ளது. இது இளைய ஆண்கள் போட்டிப் போடுவதை விரும்பாது, அவற்றை விரட்டி விடுகிறது. மற்றக் குடியிருப்புகளில் தன் துணைகளைத் தேடுமாறும் உந்துகிறது. முதிர்ந்த ஆண்கள் பல ஆண்டு தலைமையேற்று வாழ்கின்றன.

**துடிப்பு வடிவக் காலுடை நீர்வாழ் பாலூட்டி.** இது பலவகைச் சமுதாய அமைப்பைக் கொண்டு வாழ்க்கை நடத்துகிறது. குறிப்பாகக் கடல்நாய் (true seal), காதுடைய

கடல்நாய் (eared seal) போன்றவை மந்தை மந்தையாக வாழ்பவை. இருப்பினும் ராஸ் கடல்நாய் (ross seal), சிறுத்தைக் கடல்நாய் (leopard seal), தாடியுடைய கடல்நாய் (beard seal) ஆகியவை தனித்து வாழ்கின்றன.

**கடல் நாய்.** இனப்பெருக்க காலங்களில் ஆண் கடல்நாய் அந்தப்புரங்களை அமைக்கிறது. காதுடைய கடல்நாய், தென்னக யானைக் கடல்நாய், வடஅட்லாண்டிக் சாம்பல்நிறக் கடல்நாய் போன்றவை இவ்வாறு செய்கின்றன. பாக்லாந்தினைச் சேர்ந்த காதுடைய கடல்நாய் இனப்பெருக்கம் புரியாமலிருக்கும்போது மந்தைகளில் கூடிக் காணப்படும். ஆனால் அண்டார்டிக் வேனிற்காலம் வரும்போது இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுபவையும், ஈடுபடாதவையும் தனித்தனியாகப் பிரிகின்றன. இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடும் குழுவில் ஆண்கடல் நாயும், விரைவில் குட்டிப் போடும் நிலையில் உள்ள பெண் விலங்கும், கன்னி விலங்கும், புதியதாகப் பிறந்த குட்டியும் உள்ளன. இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடாத குழுவில் பருவமுதிர்ச்சி அடையாத விலங்கும், முந்தைய ஆண்டு பிறந்த குட்டிகளில் சிலவும், சோம்பேறியாக இருக்கும் விலங்கும், பெண்விலங்கு கிடைக்காத ஆண் விலங்கும் உள்ளன. ஒவ்வோர் ஆண்டுக்கும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுடைய பெண் விலங்கு உண்டு.

தென்னக யானைக்கடல் நாய்களிலும் இதேபோன்று ஒவ்வோர் ஆண்டுக்கும் 10 - 20 பெண் விலங்குகள் உள்ளன. இவற்றைப் பிற விலங்குகளிலிருந்து கொஞ்சமாகச் சண்டையிட்டுப் பாதுகாக்கிறது. கருதாங்கிய பெண் விலங்கு குட்டிப் போட்டவுடன் ஆண் கலவி கொள்கிறது. கலவி புரியாமல் எந்தப் பெண்ணையும் ஆண் கடலுக்குச் செல்ல அனுமதிக்காது. அனைத்துப் பெண் விலங்குகளுடனும் கலவி புரிந்தபின் அந்தப்புர வாழ்வு முற்றுப்பெற்றுக் கூட்டம் சிதறுகிறது. ஆண் முரட்டுத்தனம் குறைந்த பின்னர் குட்டிகளைக் கண்காணிப்பதிலும் காவல் புரிவதிலும் காலத்தைக் கழிக்கிறது.

**குளம்புடையனவற்றின் சமுதாய அமைப்பு.** குளம்புடையனவற்றின் பல இனங்களில் சமுதாய அமைப்பும் மந்தையாக வாழும் தன்மையும் உள்ளன. குழி முயல், யானை, குதிரை, நீர்யானை, பன்றி, காட்டு ஆடு, மாடு, ஒட்டகச் சிவிங்கி, ஒட்டகம், மான் போன்ற பெரும்பாலான விலங்குகளில் சமுதாய அமைப்புக் காணப்படுகிறது. ஆனால் குளம்புடையனவற்றின் சமுதாய அமைப்பைப் பற்றி ஆய்வுகள் சிறிதளவே நடைபெற்றுள்ளன. இது பெரும்பாலும் தாயைத் தலைவியாகக் கொண்ட சமுதாயமாக உள்ளது.



இனப்பெருக்கக் காலங்களில் மட்டும் ஆண் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையுடைய பெண் விலங்குகளிடம் கலவிக்கொள்கிறது. இதன்பின் பிரிந்து தனித்த வாழ்க்கையையோ ஆண்கள் அனைத்தும் சேர்ந்து கூட்டு வாழ்க்கையையோ நடத்தும். பெண்விலங்குகளும் இளையோரும் தனியாகச் சென்று குழாம் அமைத்துத் தெளிவாக அறுதியிடப்பட்ட ஒரு பரப்பெல்லையில் வாழ்கின்றன. இக்குழாம்களில் பெண் தலைமை ஏற்கிறது. இளையோர் பருவமுதிர்ச்சி அடையும் முன்பே தனியே பிரிந்து விடுவதுண்டு.

**சிவப்புமான்.** ஸ்காட்லாந்தின் மேட்டுப் பகுதிகளில் வாழும் இம்மான் வகைகளில் ஆணும் பெண்ணும் குளிக்காலத்தில் தனித்தனியாக வாழ்கின்றன. வேளிக்காலத்தில் இவை அனைத்தும் மலையுச்சியை அடைந்து தனித்தனியாகக் குழுக்களாகப் பிரிந்து தனிப்பரப்பெல்லையை அறுதியிட்டு வசிக்கின்றன. இலையுதிர் காலத்தில் ஆண்மான் பெண்ணின் பரப்பெல்லையை அடைகிறது. பின் ஆண்மான்கள் தங்களுக்கிடையே சண்டையிட்டுக் கொள்கின்றன. வெற்றி பெறும் ஆண், பெண்மானுடன் கலவி புரிகிறது. இம்மான், கலவிக்கு முன்பு காதல் விளையாட்டில் ஈடுபடுகிறது. இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண் ஒங்குதிலையில் உள்ளது. ஆனால் குழாமிற்கு இடர் வரும் எனத் தெரிந்தால் பெண்கள் யாவும் ஆண்களை விட்டுப் பிரிந்து தத்தம் குழாமில் சேர்ந்து விடுகின்றன. பிறகு பெண்மான் தலைமையேற்று நடத்துகிறது. இதேபோன்று சமுதாய அமைப்பு போவினே எனும் வனவாழ் கால்நடை வகைகளிலும் சேர்விடே மான் இனத்தொகுதியிலும் நீர் யானை, யானைகள் போன்றவற்றிலும் காணப்படுகிறது.

**வனவாழ் குதிரை.** வரிக்குதிரை, வனவாழ் கழுதை, ஆப்பிரிக்காவின் பார்ச்செஸ் வரிக்குதிரை ஆகியன வெவ்வேறு எண்ணிக்கை கொண்ட குழாம்களில் வாழ்கின்றன. பருவ எழுச்சியின் போது ஆண்களும், பெண்களும் தனித்துச் சென்று கலவி புரிகின்றன. இக்குழுவில் தலைமை மாறி மாறி வருகிறது. நிலையான தலைமை காணப்படுவதில்லை.

**குரங்கின் சமுதாய அமைப்பு.** நீண்ட வெண்ணிறக் கைகளையுடைய வாலில்லாக் குரங்கு வகைகள் குறிப்பிட்ட பரப்பெல்லையைக் கொண்ட இடங்களில் வாழ்கின்றன. ஒரு துணை மணவாழ்க்கையைக் அ.க.15-19

கொண்டு சிறுகுடும்பங்களாகக் காணப்படும். ஒவ்வொரு குடும்பத்திலும் பெற்றோர், அந்த ஆண்டு பிறந்த குட்டி, பல விதமான வயதிலிருக்கும் பருவ முதிர்ச்சியடையாத இளையோர் ஆகியவை உள்ளன. ஒரு முறை ஒரு குட்டியே ஈனுகிறது. இதற்கும் 2 அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட ஆண்டுகள் ஆகின்றன. ஆகவே குழுவில் மிகுந்த நெருக்கமும் பாதுகாக்கும் பொறுப்பும் மிகுதி. குடும்ப வாழ்க்கையிலிருந்து தனித்து வாழும் உறுப்பினர்களும் உள்ளன. இதில் இனப்பெருக்குத்தன்மை தீர்ந்த உறுப்பினர்களும், பருவமுதிர்ச்சி அடைந்து துணை தேடும் உறுப்பினர்களும் அடங்கும்.

சிவப்பு வால் குரங்கு ஓர் ஆணும், ஒன்று அல்லது இரண்டு பெண்களும், ஒன்று அல்லது இரண்டு இளையோரும் கொண்ட குழுமத்தில் வாழ்கிறது. இக்குழுவில் பருவமுதிர்ச்சியடைந்தும் பாலினப் பயிற்சியற்ற ஆண்களும் உள்ளன. இவை பெண்களுடன் தொடர்பு வைத்துக் கொள்வதில்லை. ஆனால் இவை தன்னொத்த பாலினத் தொடர்பு கொள்கின்றன. ஊளையிடும் குரங்குகளில் பங்காளி கிளைகளைக் கொண்ட கூட்டு வாழ்க்கை காணப்படுகிறது. ஒவ்வொன்றும் 3 குட்டிகளையும் 4 இளையோரையும் கொண்டுள்ளது. இவை குறிப்பிட்ட பரப்பெல்லைக்குள் வாழ்கின்றன. அண்டைப் பகுதியிலிருந்து மற்றப் பங்காளிக் கிளைகளின் உறுப்பினர்கள் வராதபடி ஒலி மூலமாகவும், நடத்தை மூலமாகவும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டு காத்து வருகின்றன. படிநிலைத் தலைமை இதில் காணப்படுவதில்லை. எனவே ஒரு பெண் குரங்கைப் பல ஆண் குரங்குகள் வரிசை முறைப்படி கலவி புரிகின்றன. ஆண்கள் யாவும் ஒன்று சேர்ந்து குழுமத்தைக் கண்காணிக்கின்றன. தனிமையில் வாழும் ஆண்களையும் சில சமயங்களில் காணலாம். அவை தங்களுடைய பங்காளிக் கிளையை விட்டு வெளியேறி வேறு பங்காளிக் கிளைகளுக்குள் நுழைய முயலும்.

ஒவ்வொரு பாதூன் என்னும் குரங்குக் குழுவும் 40 - 80 உறுப்பினர்களைக் கொண்டது. இவை முதலாம் நிலை மனிதனை ஒத்த அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. இவை தாங்கள் இருக்கும் இடத்தைப் பற்றிய தெள்ளிய அறிவு கொண்டிருக்கின்றன. கொன்றுண்ணிகளிலிருந்து தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன. இந்தக் குழாம்கள் மிகவும் உணர்ச்சி வயப்பட்ட ஆழ்ந்த செயல்நோக்கம் கொண்ட உறுப்பினர்களைக் கொண்டுள்ளன. தீவிர

சமுதாய அமைப்பே இக்குழாம்களின் தலையாய இணைப்புத் திறனாக உள்ளது.

ஒரு பாழன் குழாம் பொதுவாக 10 ச.கி.மீ. பரப்புள்ள இடத்தைத் தன் குடியிருப்பாகக் கொள்கிறது. இதில் போதுமான உணவு, நீர் கிடைத்தால் நிலையாகத் தங்கிவிடுகிறது. இருப்பினும் வறட்சிக் காலங்களில் இவை வேறு இடங்களில் இடம் பெயர்கின்றன. இந்நேரத்தில் பல குழுக்கள் ஒன்றாக இணைந்துவிடுகின்றன. பிரியும்போது தத்தம் குழாமுடனே செல்கின்றன. இடப்பெயர்ச்சியின் போது முதலில் குறைவான ஒங்கு நிலையிலுள்ள ஆண், முதிர்ச்சி பெறாத உறுப்பினர்கள் ஆகியன முன்னே செல்கின்றன. குட்டியுடன் கூடிய பெண் உறுப்பினர்கள், இன முதிர்ச்சி பெறாத இளைய உறுப்பினர்கள், ஒங்குநிலை ஆண் உறுப்பினர்கள் ஆகியவைத் தொடர்ந்து செல்கின்றன. இடப்பெயர்ச்சியின்போது உறுப்பினர்களின் பாதுகாப்புப் பேணப்படுகிறது. கொன்றுண்ணி வந்தால் ஏறத்தாழ 20 உறுப்பினர்கள் ஒன்று சேர்ந்து எதிரியைத் தாக்குகின்றன. இவை கழுதைப்புலி, சிறுத்தைப்புலி, நரி போன்றவற்றிற்கு அஞ்சுவதில்லை. சிங்கத்திற்கு மட்டுமே அஞ்சுகின்றன. மற்ற விலங்குகளுடன் நட்புணர்வுடன் இருக்கின்றன. பாழன்களுக்குக் கூரிய பார்வைத் திறனுள்ளதால் இவை சேர்ந்தே உள்ளன. இவை பாம்புகளிலிருந்தும் ஊனுண்ணிகளிலிருந்தும் தப்ப இரவில் மரத்திலேயே உறங்குகின்றன. தூங்கும்போது முறைப் போட்டுத் தூங்குகின்றன. குழாம் தூங்கும்போது சில பாழன்கள் காவல் புரிகின்றன. குழாமில் சிறு சிறு பிரிவுகள் உண்டு. இதில் இரண்டு பெண் உறுப்பினர்களும் முதிர்ச்சியடைந்த ஓர் ஆண் உறுப்பினரும் உள்ளன. தாய், சேய் நலம் மிகவும் இன்றியமையாததாகக் கருதப்படுகிறது. மற்ற முதிர்ந்த உறுப்பினர்களும் இதில் ஈடுபடுகின்றனர். இதனால் குழாம் கட்டுக்கோப்புடன் இருக்கிறது. படிநிலைத் தலைமை மிகவும் தெளிவாக உள்ளது. ஒங்கு நிலையில் உள்ள ஆண்கள் சிறப்பாகப் பேணப்படுகின்றன. ஆணிற்கு மிகுந்த மதிப்பு உள்ளது. ஒங்கு நிலைத்தன்மை, உடல் வலிமையைப் பொறுத்து அறுதியிடப்படுவதில்லை. ஏனைய பெண் உறுப்பினர்களுடனும் இணையோரிடத்திலும், குட்டிகளிடத்திலும் அன்புடன் பழகும் தன்மையைப் பொறுத்தே தகுதி நிலை வரையறுக்கப்படுகிறது. பாலின நடத்தை பெண்களின் இஸ்ட்ரஸ் சுழற்சியைப் பொறுத்து அமைகிறது. இஸ்ட்ரஸ் சமயத்தில் மட்டுமே பெண் பாழன் பாலின இணக்கத்திற்குத் தயாராகிறது. இதே நேரத்தில் இரண்டு

நாள்களுக்கு இளம் ஆண்களுடனும், சற்றே முதிர்ச்சியடைந்த ஆண்களுடனும் உடலுறவு கொள்கிறது. இறுதியில் ஒங்குநிலை ஆணுக்குக் கட்டுப்பட்டு வாழ்கிறது. மேலும் இது இரு பாலின விருப்பத்தைப் பொறுத்தே அமைகிறது. இவற்றிற்கிடையே பாச உணர்வும், தோழமை உணர்வும் மிகுதியாக உள்ளன.

இரா. தமிழ்வாணன்

## பாலூட்டிகளின் தகவமைப்புப் பரவல்

ஒரு மூதாதையினின்று படிமலர்ச்சியுற்ற பல்வேறு இனங்கள் ஒவ்வொன்றும் தத்தம் வாழ்க்கை முறைக்கு அல்லது வாழிடத்திற்கு ஏற்பத் தக அமைவுகளைப் பெற்று விரவிப் பரவுதலைத் தழுவிப்பரவல் என்பர். தழுவாப்பரவலின் போது மூதாதை இனம் குழலுக்கு ஏற்பப் பல்வேறு புதிய இனங்களாகப் பிரிகிறது. குழநிலைக்கேற்பத் தகவமைதல் அல்லது தழுவதல் என்பது அனைத்து உயிரிகளிலும் காணப்படக்கூடிய ஒருசெயலாகும் என்று ஹக்ஸ்லி கூறுகிறார்.

விலங்கினங்களிடையே உணவிற்காகவும், பாதுகாப்பு பிற்காகவும், இருப்பிடத்திற்காகவும் இனப்பெருக்கத்திற்காகவும் போட்டி ஏற்படுகிறது. எனவே பெரும்பாலான விலங்கினங்கள் இப்போட்டியைத் தவிர்த்தல் வேண்டி அக்குறிப்பிட்ட இடத்தினின்று விலகிப் போட்டியில்லாத ஒரு புதிய வாழிடத்தைத் தேடிச் செல்கின்றன. அவ்வாழிடத்திற்கேற்பக் தம்மை மாற்றிக்கொள்ளவும் செய்கின்றன. இவ்வாறு மூதாதையினின்று புதிய பல்வேறு இனங்கள் தோற்றம் பெறும் இச்செயல் பரிவுப் படிமலர்ச்சி எனப்படும். இத்தன்மைக்கான பரவுதல் விலங்கினங்களுக்கிடையே பலமுறை தோற்றுவிக்கப் பட்டிருப்பதைக் காண இயலுகிறது. ஹென்றி ஆஸ்பான் என்பாரின் கோட்பாடு பாலூட்டிகளின் தழுவிப்பரவல் செயலை மையமாகக் கொண்டாலும், தற்போதைய ஆய்வின்படி இக்கோட்பாடு அனைத்து உயிரிகளுக்கும் பொருந்துகிறது.

படிமலர்ச்சி பெற்ற பாலூட்டிகளில் தழுவிப்பரவல் செயல்பாடு நன்கு புலனாகிறது. தற்போது வாழ்ந்து வரும் பாலூட்டிகளின் தோற்றம் பற்றி அறிக்கையில் இவற்றின் மூதாதை பூச்சி உண்ணும் ஐந்து விரல்களைக் கொண்ட பாதமும், குட்டையான கால்களும் கொண்டது எனவும் இவை



தம் பாதத்தினால் இடம் பெயர்க்கடியவை எனவும் இந்த வகை உயிரியினின்றே பாலூட்டிகள் தோற்றம் பெற்றன எனவும் அறிப முடிகிறது. இதன் ஐவிரல் பாத அமைப்பு பல செயல்களுக்காக மாறுபட்டுள்ளது. பாலூட்டிகளின் முன்னோர்கள் நிலத்தில் வாழ்ந்தவை தற்போது வாழும் பாலூட்டிகளுக்கு முன்னோடிகளாக விளங்குபவை.



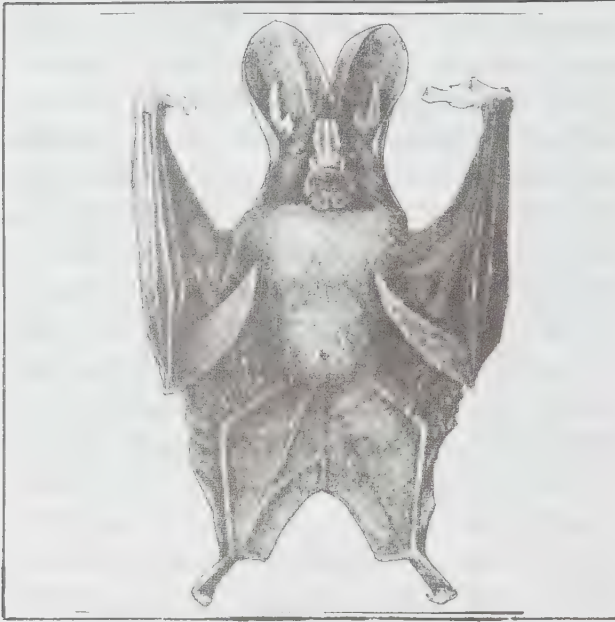
பாலூட்டிகள்

தற்காலப் பாலூட்டிகள் இப்போது வாழ்வதற்கேற்பப் பல தகவமைப்புகளைப் பெற்று ஐந்து வாழிடங்களைப் பெற்றுள்ளன. ஆகவே தகவமைப்புப் பரவல் 5 தடங்களில் 5 வேறுபட்ட வாழிடங்களுக்காகப் பல மாறுபாடுகளைத் தன் உடலில் பெற்றிருக்கும். 5 வாழிட முறைகளும் பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படும்.

**மரக்கிளை வாழ் பாலூட்டிகள் (arboreal mammals).** தழுவிப் பரவுதலில் மரக்கிளைவாழ் பாலூட்டிகளில் குறிப்பிடத்தக்க இடம்பெறுகிறது. மரவாழ் விலங்குகள் மரத்தில் ஏறுவதற்கு ஏற்ப உடலில் மாறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. உடல் அளவு மிகச் சிறியதாய் எடை குறைந்து மரங்களில் வாழ வசதியாய் உள்ளது. உடலில் மார்பு, விலா எலும்பு, கால் எலும்பு ஆகியன நன்கு உறுதியாக்கப்பட்டுள்ளன. மார்பு வட்ட வடிவிலும் விலா எலும்புகள் நன்கு வளர்ந்தும் உள்ளன. விலா எலும்புகளின் எண்ணிக்கை ஸ்லோத்துகளில் (sloths) மிகுந்துள்ளமையால் தலைகீழாகத் தொங்க முடிகிறது. இடுப்பு எலும்புகளின் எண்ணிக்கை (lumbar) அதிகமாக அதாவது 25 - 27 என மர அ.க.15-19அ

ஸ்லோத்துகளிலும், 23 எலும்புகள் மரக்கிளை வாழ்கொறிக்கும் பாலூட்டிகளிலும் உள்ளன. உயிரிகள் கிளையில் தொங்குவதற்கு உறுதியளிக்கும் வகையில் மார்பு வளையம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கிளாவிகில், ஸ்கேபுலா ஆகியன நீண்டு சுமைதாங்கக் கூடியவையாக உள்ளன. காரை எலும்பு (clavical) மார்புத் தசைகளால் இழுக்கப்படும் ஆற்றலைத் தாங்குகிறது. இடுப்பு வளையத்தில் இலியம் பெரிதாகி உடல் உள்ளுறுப்புகளைத் தாங்கும் வண்ணம் ஸ்லோத்துகளிலும் பிரைமேட்டுகளிலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. முன்கால்களின் ஷுமரஸ் எலும்பு, மிக நீண்டுள்ளது. ஷுமரஸ் ஸ்லோத்துகளில் ஓரளவு நீளத்திலும் கிப்பான் குரங்களில் தரையைத் தொடும் அளவு நீண்டும் உள்ளது. லெமூர்களில் இரண்டாம் விரல் காணப்படவில்லை. சிலந்திக் குரங்கில் கட்டை விரல் குறைந்துள்ளது. மரக்கங்காருவில் முன்கால் இருபிளவுப் பட்டு உள்ளது. ஸ்லோத்துகளில் வளைந்து கொக்கி போன்றுள்ளது. மரமுள்ளம்பன்றி, மரவாழ் எலும்புத் தின்னிகளில் வால் மிக நீளமாகச் சுருட்டிக் கொள்ளும் தன்மையோடு உள்ளது. சில விலங்குகளில் வால் 5 - ஆம் காலாகப் பயன்படுகிறது. பறக்கும் அணிலின் வாலில் கீழ்ப்பகுதி, செதில்கள் அற்று முள்கள் பெற்று மரம் ஏறும்போது வழக்கி விழாமல் பிடித்துக்கொள்ள உதவுகிறது. பறக்கும் லெமூர், பிரஸ் ஆகியவற்றில் வால் குடை போன்ற பெட்டாஜிய அமைப்பு காணப்படுகிறது. லெமூர்களின் முன்காலில் முள்கள் உள்ளன. சில லெமூர்களில் மரமேறுவதற்காகத் தடித்த தசைப்பகுதி முன்காலில் அமைந்துள்ளது. இதிலுள்ள சிறப்பு வாய்ந்த சுரப்பிகளின் உதவியால் மிக எளிதில் மரமேற முடிகிறது.

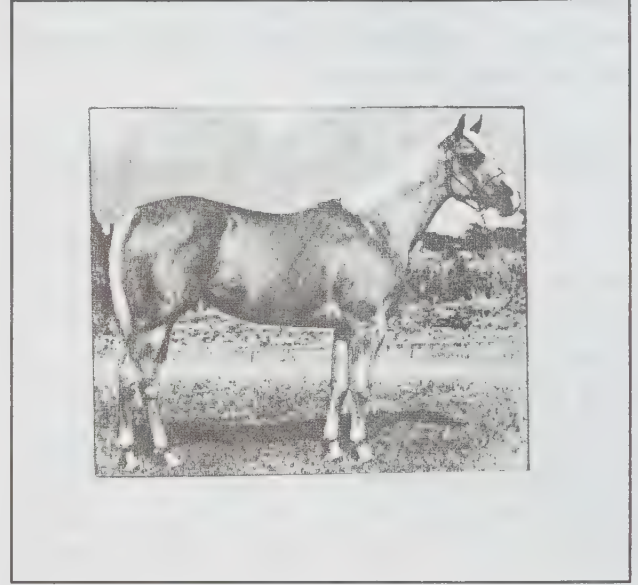
**பறக்கும் பாலூட்டிகள் (flying mammals).** இவ்வகைப் பாலூட்டிகளுக்கு வானில் பறப்பதற்கேற்ப உடலமைப்பு காணப்படுகிறது. இருப்பினும் அனைத்துப் பறக்கும் பாலூட்டிகளும் முழுவதும் பறந்து கொண்டேயிருப்பதில்லை. சில பாலூட்டிகள் பெரும்பகுதி நேரம் பறந்து கொண்டும் சற்று நேரம் இளைப்பாறுவதற்காகத் தரையிலோ, மரங்களிலோ அமர்ந்தும் காணப்படுகின்றன. சில உயிரிகள் பெரும்பகுதி நேரம் தரையில் வசித்துக் கொண்டு சில நேரங்களில் மட்டுமே பறக்கின்றன. எனவே இவ்வகைப் பாலூட்டிகளை உண்மையான பறக்கும் பாலூட்டிகள் என்றும் சிலவேளை பறக்கும் தன்மைப் பெற்றவை எனவும் பிரிக்கலாம். பறக்கும் பாலூட்டிகளில் நீண்ட இறக்கை போன்ற அமைப்பு உள்ளது. உடல் கதிர் வடிவம் பெற்றுள்ளது. உள்ளீடு உள்ள எலும்புகள் பெற்றிருத்தலால் உடல் எடை வானில் பறப்பதற்கேற்பக் குறைக்கப்பட்டுள்ளது.



வெளவால்

எலும்புகளில் சில ஒன்றாக இணைந்து உறுதியாகியுள்ளன. பறக்க உதவும் தசைகளும் உள்ளன. வளர்சிதை மாற்றம் உச்ச நிலையில் நடைபெறுகிறது. உணர் உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சிப் பெற்றுள்ளன. வெளவாவில் இறக்கைகள் (petagium) முன்காலுக்கும் பின்காலுக்கும் இடையே அமைந்துள்ளது. இதன் முன்காலில் கார்பல் மற்றும் கட்டைவிரல் எலும்புகள் தவிர அனைத்தும் நீண்டுள்ளன. மெட்டா கார்பல் எலும்புகளில் 2, 3, 4, 5 எலும்புகள் நீளமாக மெலிந்து வளையும் இயல்பினை கொண்டுள்ளன. பின் கால்களில் முழங்கால்கள் நன்கு திருப்பப்படும் நிலையில் உள்ளது. பறக்க உதவும் தசைகள் ஒட்டிக்கொள்ள ஸ்டெர்னத்தில் கீல் என்னும் உறுப்புள்ளது. கிளாவிகில் எலும்பு தடித்து ஸ்டெர்னத்திலும், ஸ்கேபுலாவுடனும் இணைந்துள்ளன. அசையாத விலா எலும்புகள் உள்ளன. மார்புத் தசைகள் இறக்கைகளை வேகமாக அசைக்க வசதியாக உறுதியாக உள்ளன. தோல்பகுதி உடலைவிடப் பெரிதாக இருப்பதால் இழப்பதும் ஆற்றல் மிகுதியாகிறது. இதை ஈடு செய்ய வளர்சிதை மாற்றம் வேகமாக நடைபெறுகிறது. பறக்கும் பாலூட்டி, பறக்கும் லெமூர் பறக்கும் அணில் ஆகியன தசையாலான ஒரு சவ்வுப் பகுதியை உடலின் பக்கவாட்டில் முன்கால் முதல் பின்கால் வரை கொண்டுள்ளன. சிலசமயங்களில் முன்காலின் முன்பகுதிவரையிலும் இந்தத் தசை காணப்படுகிறது. காற்றில் தவழும்போது இந்தத் தசைப்பகுதி நீண்டு வான்குடைபோல் மிதக்க உதவுகிறது.

விரைந்தோடும் பாலூட்டிகள். புல்வேளி, சமதரைகளில் வாழும் பாலூட்டிகள் உணவுதேடவும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளவும் விரைந்தோட வேண்டியுள்ளது.



குதிரை

இதற்கேற்ப அவை தமது புற உடலில் பல தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. குதிரை, ஒட்டகச்சிவிங்கி, மான், ஆண்டிலோப்புகளின் உடல் காற்றைக் கிழித்துக் கொண்டு ஓட வசதியாக தட்டையான மார்பு, விலா எலும்புகளைப் பெற்றுள்ளன. குதிரைகளின் கழுத்தும் தலையும் நீண்டும் காதுகள் பின்னோக்கியும் இருப்பது வேகமாக ஓட உதவுகிறது. முன்காலில் மணிக்கட்டு, உள்ளங்கை எலும்பு, பின்காலில் கணுக்கால் பாத எலும்பு ஆகியன மட்டுமே காணப்படுகின்றன. சில விலங்குகளில் இறுதி விரல் குளம்பாக மாறியுள்ளது. நீண்ட கால்களும், குறைந்த எண்ணிக்கையிலான விரல்களும் இருப்பதால் ஒட்டகச்சிவிங்கி, ஆடு, மாடு, மான் ஆகியவை வேகமாக நீண்ட தொலைவைக் கடக்க முடிகிறது. சில பாலூட்டிகளில் முன்காலில் உள்ள முன்கை அல்லா எலும்பும், பின் காலில் உள்ள பிபுலா எலும்பும் கிளாவிகல் எலும்பும் குறைந்துள்ளன. கால்களில் பந்துகிண்ண மூட்டு பெற்றிருப்பதால் தனித்தியங்கும் தன்மை காணப்படுகிறது. கால்களின் தசைகள் குறைந்து கடினமாகி கால்களின் முன்பகுதியில் மட்டுமே அமைந்திருக்கும் இத்தசையின் காரணமாகவே விலங்குகளின் வேகம் கூடுகிறது. குட்டையான வால் பகுதி அடர்ந்த முடியைப் பெற்று ஐந்தாம் கால் போல் இருந்து சமநிலைப்படுத்த உதவுகிறது. கங்காருவில்



வால் மூன்றாம் பின்காலாகச் செயல்படுகிறது. முன்கால்கள் சிறியனவாகித் தற்காப்பு உறுப்பாகியுள்ளன. இவ்வகை விலங்குகளின் குட்டிகள் பிறந்தவுடனேயே வேகமாக ஓடும் தன்மைப் பெற்றுள்ளன.

வளைவாழ் பாலூட்டிகள். சில விலங்குகள் நிரந்தரமாகவும் சிற்சில சமயங்களில் நிலத்திற்கடியில் குழிதோண்டி வாழ்கின்றன. இவ்விலங்குகள் அக்குழிகளில் வாழ்வதற்கேற்பத் தங்கள் உடலில் பல மாறுபாடுகளைப் பெற்றுள்ளன.

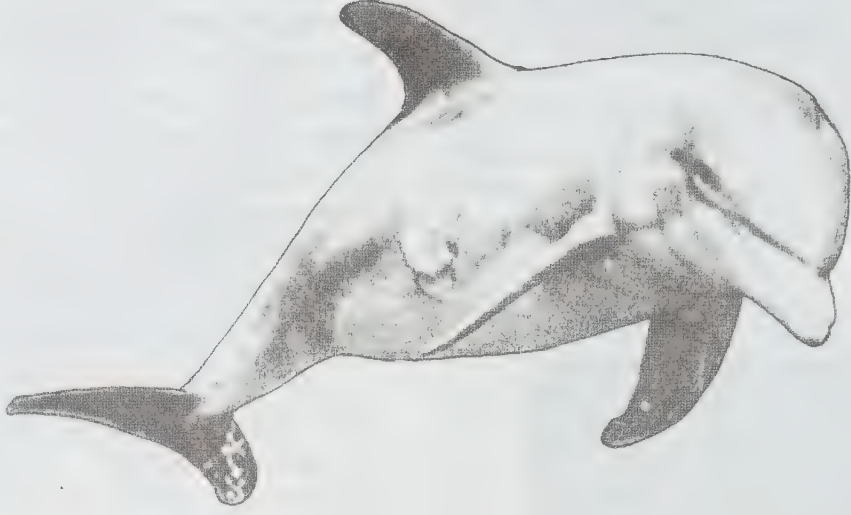


எலி

இவற்றின் உடல் புழுவைப் போன்றோ கதிர் வடிவிலோ உள்ளது. கூரிய முன்முனை குழி தோண்டவும், அகன்ற மார்பு உறுதியாகக் குழியில் புகுந்து செல்வதற்கும் ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. தலை மிகச் சிறியதாய் கண்ணுக்குப் புலப்படாதவாறு, மார்போடு கழுத்தில்லாமல் இணைந்துள்ளது. மூஞ்சூறு, எறும்புத்தின்னி ஆகியவற்றின் தலை கூம்பு வடிவத்தில் உள்ளது. பன்றிகளின் முகப்பகுதி நீண்டு தும்பிக்கை போன்றுள்ளது. மூஞ்சூறுகளில் 2, 3, 4 ஆம் கழுத்தெலும்புகள் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன. வால் முள்ளம் பன்றிகளில் குறைந்தும் மூஞ்சூறுகளில் சிறியதாகவும் உணர் உறுப்பாகவும் உள்ளது. இதன் உதவியால் உயிரி பின்னோக்கி நகர முடிகிறது. இதன் முன்கால்கள் வளை தோண்டுவதற் கேற்றவாறும் பின்கால்கள் உயிரியின் உடலை முன்னோக்கித் தள்ளவும் ஏற்ப அமைந்துள்ளன.

முன்காலில் உள்ளங்கைப் பகுதி அகன்று குழிதோண்ட உதவுகிறது. விரல்களில் கூரிய நகங்கள் உள்ளன. மார்பு முள்ளெலும்புகள் இணைந்து உறுதியாக உள்ளமையால் உடலை மிக எளிதில் வளைகளில் நுழைக்க முடிகிறது. இவ்வகை விலங்குகளில் தோல் பகுதி முடியாலான தசையினால் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் கண்கள் மிகச் சிறுத்துச் செயலிழந்துள்ளன. புறச் செவிமடல் குறைந்துள்ளமையால் வேகமாக நகர முடிகிறது. பூச்சிகளையும் கரையான்களையும் உண்பதால் பல்லமைப்பு குறைந்ததாயுள்ளது. தாடைத் தசையும் அசைபோடும் செயலில்லாத காரணத்தால் குறைந்துள்ளது. இவ்விலங்குகள் குளிர் உறக்கம் மேற்கொள்கின்றன.

நீர்வாழ் பாலூட்டிகள். சில பாலூட்டிகள் நிலத்தில் ஏற்பட்ட உணவுப்பற்றாக்குறை, இடப்பற்றாக்குறை போன்ற போட்டிகளின் காரணமாக நீர் வாழ்க்கையை மேற்கொண்டுள்ளன. ஆகவே நீர்வாழ் பாலூட்டிகள், இரண்டாம் நிலை நீர்வாழ் விலங்குகளேயாகும். இவை நுரையீரல் மூலம் சுவாசிப்பதால் நில வாழ் உயிரிகளே நீருக்குச் சென்றிருக்க வேண்டும் என்பது புலனாகிறது. இந்த நீர் வாழ் பாலூட்டிகள் பகுதி நேர நீர்வாழ்விகள் முழுமையான நீர்வாழ்விகள் என இருவகையின. இவ்விருவகைப் பாலூட்டிகளும் நீரில் வாழ்வதற்கேற்பப் பல தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் உடல் மீன் போன்றுள்ளமையால் மிக எளிதில் நீந்த முடிகிறது. உருவம் மிகப் பெரியதாகவும் வேகமாக நீந்தும் தன்மை கொண்டும் உள்ளது. நீலத்திமிங்கலம் ஏறத்தாழ 30 மீ. நீளமும் 120 டன் எடையும் பெற்ற பெரிய விலங்கு ஆகும். இதன் முன்கால் துடுப்புகளில் பரப்பைக் கூடுதலாக்குவதற்காக விரல்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக உள்ளது. தட்டையாக்கப்பட்ட வால், உயிரி மேலும் கீழும் அசைய உதவுகிறது. தோலில் மயிர் போன்ற உறுப்புகள் காணப்படவில்லை. தோலுக்கு அடியில் கொழுப்பு அடுக்கு உள்ளது. இது உடல் வெப்ப சீராக்கத்திற்கும் எடை குறைவிற்கும் உதவுகிறது. கண்கள் மிகச் சிறிதாய் உள்ளன. மூக்குத் துளைகள் உயிரியின் முன்முனையில் தடுக்கித்தூக்கும் காணப்படுகின்றன. புறச்செவி மடல் இல்லை. திமிங்கில எலும்புகளில் எண்ணெய் காணப்படுவதால் உடல் உடை குறைய வாய்ப்பாகிறது. மண்டையோடு சிறியதாக உள்ளது. கழுத்து முள்ளெலும்புகள் குறைக்கப்பட்டுள்ளன. இடுப்பு வளையம் நன்கு வளர்ச்சியுறாமல் உள்ளது. மார்பு நன்கு வளர்ந்துள்ளது. திமிங்கிலத்தின் பற்கள் பலீன் தகடுகளாக மாறி உணவு வடிகட்டியாகச் செயல்படுகின்றன. உயிழ்நீர்ச் சுரப்பியும் பித்தநீர்ப்பையும் காணப்படவில்லை.



டால்பின்

சுவாசித்தல் சிறப்பு அடைந்து உள்ளது. இதன் பிற பகுதிகள் உடலின் உள்ளேயே காணப்படுகின்றன.

நீர்வாழ் விலங்குகளில் சைரனீயா வரிசையிலுள்ள கடல்பசுக்களும், சீட்டேசியா வரிசையிலுள்ள திமிங்கிலங்களும், விலங்குண்ணிகளில் சீல், வால்ரஸ், கடல் சிங்கங்களும் குளம்புடையவற்றில் நீர் யானையும் அடங்கும்.

ஞா. ஸ்ரீதர்

## பாலேடு நீக்கி

பாலிலிருந்து கொழுப்பை நீக்கப் பயன்படும் கருவி பாலேடு நீக்கி (cream separator) எனப்படும். இது எந்திரங்களால் இயக்கப்படும் பாலில் துகள்களாக (globules) 3-6% கொழுப்பு காணப்படுகிறது. இதன் அடர்த்தி, ஆடை அகற்றப்பட்ட பாலைவிடக் (skimmed milk) குறைவாகும். கொழுப்புப் பொருள்கள் பால் அசையா நிலையில் (quiescent) சில மணி நேரம் வைக்கப்படும்போது, பாலின் மேற்பரப்பில் ஒரு

படலமாகப் படிகின்றன. இப்படலம் பாலாடையாகப் பாலிலிருந்து எளிதில் நீக்கப்படும். திமிடத்திற்கு 6000 - 10,000 முறை சுற்றக்கூடிய காற்றுப்புகாத கிண்ணத்தின் அடிப்பகுதியில் பால் செலுத்தப்படுகிறது. இக்கருவி பாலில் 500 கிராம் அளவு ஆரவகை மைய விலக்கு விசையை உண்டாக்குகிறது. இக்கிண்ணம் தலைகீழ்க் கூம்பு வடிவத் (inverted cone) தட்டுகளைக் கொண்டது. தட்டுகள் பாலைப் பல படலங்களாகப் பிரிக்கின்றன. இத்தலைகீழ்க் கூம்பின் கோணம், லேசான பாலேடு மையப்பகுதிக்குச் செல்லுமாறும், எடை மிகுதியான ஆடை நீக்கப்பட்ட பால் கிண்ணத்தின் வெளிப்புறமாகக் கீழ்நோக்கிச் செல்லுமாறும் அமைக்கப்படும். ஒன்று சேரும் பாலேடு கிண்ணத்தின் மையப்பகுதியின் மேல்புறத்தில் தனியாக நீக்கப்படுகிறது. கிண்ணத்தின் கீழ்ப் பகுதியில் ஆடை நீக்கப்பட்ட பால் சேகரிக்கப்படுகிறது.

பொதுவாக, இம்மைய விலக்கு முறையில் பாலேடு நீக்கப்படுவதற்கு, பால் 160°F வெப்பநிலை வரை வெப்பமூட்டப்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தலால் பாலின் பாகுநிலை (viscosity) குறைகிறது. எனவே திறன் மிகுந்த





### மின்னோடியால் இயங்கும் பாலேடு நீக்கி

அ. முழுத்தோற்றம்

ஆ. பிரித்தெடுக்கும் கிண்ணத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

வகையில் பாலேடு எளிதாக நீக்கப்படுகிறது. குளிர்ந்த நிலையிலுள்ள பாலிலிருந்தும் திறன் வாய்ந்த முறையில் பாலேடு நீக்கம் செய்வதற்கும் பாலேடு நீக்கிகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வா. அனுசுயா

துணைநூல். Harlod. A. Rothbart, *Mechanical Design and Systems Handbook*, McGraw - Hill Book Company, London, 1964.

### பாலைத் தாவரம்

சூழ்நிலையிலார், தாவரங்களை, அவை வாழ்மிடத்திலுள்ள நீர் அளவின் அடிப்படையில் மூன்றாக வகைப்படுத்தியுள்ளனர். செடிகளின் தேவைக்கு மேலான நீருள்ள சூழலில் வாழ்பவை நீர்த்தாவரங்கள் (hydrophytes) என்றும் செடிகளின் தேவைக்குக் குறைவான நீருடைய சூழலில்

வளர்பவை வறள் நிலத் தாவரங்கள் (xerophytes) என்றும், செடிகளின் தேவைக்கு ஏற்ற அளவுள்ள சூழலில் வளர்பவை இடைநிலைத் தாவரங்கள் (mesophytes) என்றும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

உலகிலுள்ள தாவரத் தொகுப்பில் வறள் தாவரங்களே மிகுந்திருப்பதாகச் சூழ்நிலையிலார் கூறுகின்றனர். அவை உருவத்திலும், அமைப்பிலும், செயலிலும் பெரிதும் மாறுபடுவதால், அவற்றை வகைப்படுத்துவதில் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. தளத்திலுள்ள நீர்த் தன்மையைப் பொறுத்து வறள் செடிகளை இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். இயல் வறள் தாவரங்களே உண்மையான வறள் செடிகளாகும். இவை வளரும் இடத்தில், நீர் அற்ற நிலை அல்லது தேவைக்கு மிகக் குறைவான அளவில் நீர் இருக்கும். பாலைத் தாவரங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவையாகும். செயலியல் வறட்சித் தாவரங்கள் வளரும் இடத்தில் நீர் இருந்தபோதிலும், அந்நீர் செடிகளுக்குக் கிடைக்க முடியாத நிலை இருக்கும். கடற்கரையில் சதுப்பு நிலங்களில் வாழும் காண்டல் மரங்களைக் குறிப்பிடலாம். இங்குள்ள நீர் அடர்த்தியையும் உப்புத் தன்மையையும் மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளமையால் மரங்கள் நீரை எளிதாக உள்ளேற்க முடிவதில்லை. வறள் நிலத் தாவரங்களை அவற்றின் செயல்திறனை பொறுத்து நான்காக வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

வறட்சியினின்று தப்பித்துக் கொள்பவை (drought escaping). இச்செடிகள் குறுகிய வளர் பருவமுடையவை. 4-6 வாரங்களுக்குள் முளைத்து, வளர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்துவிடுபவை.

வறட்சி தவிர்ப்பவை (drought evading). இவை தங்களுடைய சிறிய உருவத்தாலும், குறைந்த வளர்ச்சியாலும், குறைந்த நீர்த் தேவையாலும் பரவலாக உள்ள தாவர இடைவெளிகளாலும் வறட்சியைத் தவிர்க்கின்றன.

வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்பவை (drought enduring). இவ்வகைத் தாவரங்கள் பொதுவாகப் பாலைவனச் செடிகளாகும். இவை உருவில் சிறியவை. மண்ணில் நீர் குறைந்தால் இவற்றின் இலைகள் துவண்டு உதிர்ந்துவிடும். வறட்சிப் பருவத்தில் எவ்வித வளர்ச்சியுமின்றி உயிருடனிருந்து வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளும்.

வறட்சியை எதிர்த்து நிற்பவை (drought resistant). இவை நீர் கிடைக்கும் காலத்தில் நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு, பின்னர், வறட்சியின்போது பயன்படுத்திக்

கொள்ளும். வறட்சியை எதிர்க்கும் ஆற்றலின் அடிப்படையில் இத்தாவரங்கள் இருபிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

### சதைப்பற்றுடையவை (succulents).

இச்செடிகள் சிறப்புத் தகவமைப்புகளைக் கொண்டு வறள் சூழ்நிலையினை எதிர்க்கும்.

### பாலைத் தாவரங்களைச் (eremophytes)

சூழ்நிலையிலார் வறள் நிலத்தாவர இனங்களில் சேர்ப்பர். வளிமண்டல ஈரப்பதம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் குறைந்துவிட்டால், அச்சூழலில் வாழும் செடிகள் வறள் தாவரங்களாக மாறிவிடும். மண்ணில் மட்டுமட்டும்தான் இருந்து ஈரப்பதை அற்றுவிட்டால் அந்த மண்ணும் மணல், கல் போன்று வறண்ட சூழலையே தோற்றுவிக்கும். மண்ணில் கனிமங்களும், ஊட்டப் பொருள்களும் மிகையளவில் காணப்படும். தளத்தில் நீர் இராமையால் இவ்வூட்டப் பொருள்கள் அடித்துச் செல்லப்படுவதில்லை; செடிகளுக்குக் கிடைப்பதுமில்லை. கனிமப் பொருள் உப்பு ஆகியவற்றின் அளவு தளத்தில் கூடிக்கொண்டே போவதால் வறட்சி நிலைமையும் கூடிக்கொண்டே போகும். சில வறள் நிலங்களில் மட்டும்தான் இரா நிலையும் ஏற்படும். இங்கு அதிக வெப்பத்தால் குப்பைகள் எரிந்து போவதுண்டு. இதனால் ஊட்டச்சத்து அற்றுப் போய்விடும். காற்று மிகவும் வறண்டு உயர் வெப்பத்துடன் காணப்படும். கோடைக்காலத்தில் வெப்பம் 50°C வரையில் உயரும். சகாரா பாலைவனத்தில் 70°C வரை செல்வதுண்டு. அதே சமயத்தில் இரவில் மிகக் குளிர்ச்சியாகவும் சில நேரங்களில் மிகக் குளிராகவும் மாறிவிடும். அதாவது 5 - 10 வரை போவதுண்டு. மழை, ஒழுங்கற்ற காலம் தவறிப் பெய்வது, பாலைநிலத்தின் தனிப்பண்பாகும். மேலும் ஒரு மழைப்பருவத்திற்கும், அடுத்த மழை பருவத்திற்கும் இடைவெளி மிக அதிகமாகவும், அதிக வறட்சியாகவும் இருக்கும். தென் அமெரிக்க அடகாமா பாலைநிலத்தில் மழையே கிடையாது என்று கூறப்படுகிறது. தென் ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள வால்ஃபிஷ் வளைகுடாவை அடுத்த பகுதியில் ஆண்டுக்கு 7மி.மீ. மழையே கிடைக்கிறது. இங்கு 6 நாட்கள் மட்டுமே மழை பொழியும். சகாரா பாலை நிலத்தில் ஆண்டுக்கு ஒரு நாள் மட்டுமே மழை பெய்யும்.

பாலை நிலத்தின் மண் சீராக இருப்பது இல்லை. இது பெரும்பாலும் மணலால் ஆனது. ஆங்காங்கு மணற் குன்றுகளைக் காணலாம். வடஆப்பிரிக்கப் பாலை நிலங்கள் பாறைகள் நிறைந்தவையாகும். இப்பாலை நிலத்தில் பாறைத்

தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. மெக்சிகோ பாலைவனங்களில் களிமண் அதிகமாக இருப்பதாலும் அவை மழையின் போது கெட்டியாகக் கற்பாறைகள் போல் மாறிவிடுகின்றன.

பாலைத் நிலத் தாவரங்களைப் பற்றி அறிய எகிப்து அரேபிய பாலைவனத்தை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். இங்குப்பாறை கற்கள் மணல் பாலைகள் ஆகியவை உண்டு. 8-9 மாதங்கள் சிறுதுளி மழையும் பெய்வது கிடையாது. டிசம்பர் மார்ச் மாதங்களில் மழை பெய்யும். காற்றின் ஈரப்பதம் 10 - 25% இருக்கும். மழையற்ற வெப்பப்பருவத்தில் செடிகள் பழுப்பு அல்லது கரும்பச்சை வண்ணத்தில் காணப்படும். பெரும்பாலும் செடிகள் 1மீ. உயரத்திற்கு குத்துச்செடிகள் போன்று காணப்படும். அவற்றின் மேற்பரப்பு அரைக்கோள வடிவத்தில் இருக்கும். கொடிகளும், பூண்டுச் செடிகளும் அரிதாகக் காணப்படும். மழை பெய்தவுடன் பிப்ரவரி மாதவாக்கில் கிளைகள், புது இலைகள், பூக்கள் ஆகியன தோன்றும். பெரும்பாலான பாலைத் தாவரங்கள் குறைவாழ்நாளுடைய ஒரு பருவத் தாவரங்கள் (ephemerals) ஆகும். இச்செடிகள் தங்கள் வாழ்க்கைச் சூழலை மிகக் குறுகிய காலத்தில் முடித்துக் கொள்ளும். மழை பெய்தவுடன் விதைகள் முளைக்கின்றன. மண்ணிலுள்ள ஈரப்பதையைப் பயன்படுத்தி இவை வளர்ந்து, பூத்து, காய்ந்துவிடும். இவை வறட்சி காலத்திற்கு முன் தம் வாழ்க்கையை முடித்துக் கொள்வதால் சூழ்நிலையிலார் இவற்றை வறட்சித் தாவரங்களாகக் கருதுவதில்லை.

ஒட்டன்டோஸ்பெர்மம் (odontospermum) என்பது 1 அல்லது 2 மாதங்களில் வாழ்க்கைச் சூழலை முடித்துக் கொள்கிறது. பல செடிகள், தரைக் கீழ்த் தண்டு, கிழங்கு போன்ற உறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கும். சில புல்வகைகளும் இங்கு உண்டு. அவை கொத்தான தண்டுப் பகுதிகளையும் சுருள் இலைகளையும் பெற்றிருக்கும் இவற்றில் நீர்ச் சத்து மிகக் குறைவு. பொதுவாகப் பெரும்பாலான செடிகளின் கிளைகளில் இலைகள் தோன்றுவதில்லை. தண்டுகளே இலைத் தொழிலை நடத்தும். இலைகள் செதில் இலைகளாகவோ சிறு முட்களாகவோ மாறிவிடுவதுண்டு. டாமரிக்ஸ் (tamarix), எஃபிட்ரா (ephedra) முதலியவை இலைகளற்ற சிறு மரங்களாகும். மரப்பட்டையின் உட்பகுதி வடிவப்பாண பசையாக மாறிவிடும். இது நீராவிப் போக்கைப் பெருமளவில் குறைத்துவிடும். தென்ஆப்பிரிக்கப் பாலைவனங்களில் வில்லி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கிழங்கு வகைகளைக் காணலாம். மேலும் கள்ளி, சற்றாழை, மருள், மீசம் சிராந்திமம் (mesembryanthemum) போன்ற சதைப்பற்றுத் தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன.



**தகவமைப்பு.** மழைக்கு முன்னர், பழுப்பு திற மணற்பாங்கான நிலம், மழை பெய்தவுடன் பச்சையாக மாறுவது மிகவும் வியக்கத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும். வறண்ட நிலம் ஒரு வாரம் அல்லது ஒரு மாதத்திற்குள் பல வண்ணங்களோடு கூடிய நிலமாக மாறும் செயலையும் பாலை நிலங்களில் காணலாம்.

**புறத்தோற்றப் பண்புகள்.** பாலைவனத் தாவரங்களில் தீவிர வறள் தகவமைப்புகளை இலையைச் சார்ந்த பண்புகளில் காணலாம். இலையின் பரப்பு குறைவது அல்லது இலையே அற்றுப்போவது, தண்டு இலைகளில் நீர்ச் சேமிப்புத் திசுக்களை தோற்றுவிப்பது, அமுங்கிய இலைத்துளை, தடித்த உறை கொண்ட புறத்தோல் கனத்த புறவுறைப் படலம், தூவி அடர்த்தியாக இருத்தல் போன்ற பண்புகள் தனித்தனியாகவோ ஒரே செடியில் பலவாகவோ காணப்படலாம்.

**உருளும் செடிகள்.** பாலை நிலங்கள் மற்றும் சில புறவெளிகளில் சில செடிகள் நிலத்திலிருந்து விடுபட்டு, கோள வடிவில் கிளைகளைச் சுருட்டிக் கொண்டு காற்றால் இங்குமங்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும். அவைவா எடுத்துச் செல்லப்படும் செடிகளிலுள்ள காய்களும் விதைகளும் ஆங்காங்கே உதிர்ந்து விதைப்பரவுதல் நடைபெறும். காய்ந்து பந்து போல் உருண்டையாக இருக்கும் சில செடிகள் காற்றால் உருட்டிச் செல்லப்படும். மழை பெய்தவுடன் அவை மீண்டும் பச்சையாக மாறி வேர் விடுவதுண்டு. இவ்வகைத் தாவரங்களை மறுபிறவிச் (resurrection) செடிகள் என்று கூறுவர். பாலை நிறப்பாறைகளில் ஒரு வகை லைக்கன் (palmelia esculenta) செடி காணப்படும். இதன் உடலம் தகடு போல் இருப்பதால் காற்று வேகமாக அடிக்கும்போது பாலுறகளிலிருந்து இந்த உடல்ப் பகுதிகள் கிழிபட்டுக் காற்றால் எடுத்துச் செல்லப்படும். இவற்றை மன்னா (manna) என்று கூறுவர். இஸ்ரேலியர்கள் பாலை நிலத்தில் பயணம் செய்தபோது இவற்றையே உணவாகக் கொண்டதாகப் பைபிள் கூறுகிறது.

**ஈரப்பசை பரவுதல் (hygrochasy).** பாலைச் செடிகளின் குறிப்பிடத்தக்க பண்பு அவற்றின் கிளை, காய், கம்பு, கனித்தோல் பகுதி பூவடிச் செதில் காய்ந்த நிலையில் உள்நோக்கி வளைந்த மூடிய நிலையில் இருத்தல் ஆகியனவாகும். அவை நீரில் நனைந்தால் ஈரப்பசையின் காரணமாக வெளிநோக்கி விரியும். இம்முறையால் மழைப் பருவத்தில் காய், கனி, விதைப்பரவுதல் நடைபெறுவதுண்டு. இம்முறையை அனஸ்டேடிகா (anastatica), லெபிட்யம் (lepidium), ஒடெண்டஸ்பர்மம் (odontospermum), அம்மிவிஸ்தகா (ammi visnaga) முதலியவற்றில் காணலாம்.

பொதுவாகப் பாலைவனத் தாவரங்களில் வேர்த் தொகுதி ஆழமாக வேருன்றாமல் மேற்புறமாகவோ பரவலாக அமையும். இதனால் அதிக அடிவு நீரை விரைவாக ஈர்க்க முடியும். பசுந்தாவரங்களுக்கு உணவு தயாரிக்க நீர், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, சூரிய ஒளி முதலியவை தேவை. கார்பன் டை ஆக்சைட் இலைத்துளை மூலம் இலையினுள் செல்லும். பாலைத்தாவரங்கள் நீராவிப் போக்கைத் தடுக்க இலைத்துளை கனமும் பகலில் மூடி விடுவதால் ஒள்ச்சேர்க்கை நடைபெறுதல் தடைப்படும். இதனால் இச்செடிகளின் இலைத்துளைகள் திரவு நேரங்களில் திறந்து கார்பன் டை ஆக்சைடை உள்ளேற்கும். இதனால் ஆக்சோலோ அசெட்டிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம், அஸ்பார்டிக் அமிலம் போன்றவை உண்டாகும். இவற்றைப் பொதுவாக கிளோசிலேசியன் அமிலங்கள் என்பர். பகலில் இவ்வமிலங்கள் குறிப்பாக மாலிக் அமிலம் கார்பன் டை ஆக்சைடை இலையுள் தோற்றுவிக்க, அது கார்போஹைட்ரேட் தயாரிப்பில் பங்கு கொள்ளும். இவ்விதமான திரவக் கார்பன் டை ஆக்சைடை உட்கொண்டு பகலில் ஸ்டார்ச் தயாரிக்கும் முறையினை கிளோசிலேசியன் அமில வழிப்பாதை (கி.அ.வ.) என்று கூறுவர்.

பாலைத் தாவரங்கள் கி.அ.வ. பாதையைப் பின்பற்றுகின்றன குறைவாழ் ஒரு பருவச் செடிகள், கி.அ.வ. செடிகள் முதலியவற்றை வறட்சி தவிர்க்கும் தன்மையால் உண்மையான வறட்சித் தாவரங்களாகச் சூழ்நிலையிலார் கருதுவதில்லை. மேலும் பாலைநிலத் தாவரங்களின் வாடல் தாங்கும் திறமை (wilting efficiency) மிகவும் அதிகம் எனலாம். மன்னாலுள்ள நீர் 50 - 60% குறைந்தாலும் செடிகள் வாடுவதில்லை. இது ஒர் சிறப்புத் தகவமைப்பு ஆகும். இதற்குச் செல்களின் உயர் சவ்வுப் பரவல் அழுத்தமே (osmotic pressure) காரணம் எனலாம். மேலும் செடிகளின் செல் புரோட்டோபிளாசம் தன் கூழ்ம அமைப்பால் (colloidal nature) கூடுதலான நீரை இறுத்திக் கொள்ளும் தன்மை கொண்டது.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## பாலை நில அரிமானக் கூறு

பாலை நிலங்களில் உயர் வேகத்தில் காற்று வீசும். குறைந்த அளவில் பெய்யும் மழையும் குறுகிய காலத்தில் பெருமழையாகி விடுகிறது. இதனால் சில தனித்தன்மையோடு கூடிய நில அமைப்புகள் பாலை நிலங்களின் அரிப்பின் காரணமாக இடம் பெற்றிருப்பதைக் காணலாம். பாலைநிலங்களில் பாறைச் சிதைவு மெதுவாகவே நடைபெறுகிறது. பாறைகளை மூடி

மறைத்துக் காப்பதற்குப் போதிய தாவரங்கள் இன்மையாலும், மேற்பரப்பில் உள்ள மண் குறைந்த அளவு காணப்படுவதாலும் பாலை நிலம் எளிதில் அரிப்புக்குள்ளாகிறது. அரிப்பால் உண்டாகும் நிலக்கூறு தனித்தன்மை பெற்று விளங்குகிறது.

பாலை நிலங்களில் ஏற்படும் அரிமானக் கூறுகளில் காற்றால் தோன்றுவதை விட ஆற்றின் அரிப்பால் தோன்றுபவையே மிகுதி ஆகும். பாலைநிலங்களில் ஓடும் ஆறு பெரும்பாலும் கடலைச் சென்றடைவதில்லை. இங்குள்ள ஆற்றுப் படுகை பெரும்பாலும் வறண்டு விடுகிறது. சிறிது காலமே ஓடுகின்ற தண்ணீர் எளிதில் ஆவியாக மாறிவிடுகிறது. அல்லது இந்தக் குறைந்த அளவு நீர் கற்களுக்கிடையே சென்று மறைந்துவிடும். ஆற்றின் அரிப்பால் சில இடங்களில் மலைப்பகுதிகளில் இருந்து சரிவாக அமைந்து மையப்பகுதிகளில் பள்ளங்கள் உண்டாகின்றன. இந்த அரிமானக்கூறுகள் பாலைநிலக் குடைவுகள் (playa) எனப்படும். பள்ளங்களில் நீர் நிற்பதால் பாலைநில ஏரி

உண்டாகிறது. இந்த ஏரி (playa - lakes) நீண்டகாலம் நிலைப்பது இல்லை. மிகக் குறைந்த காலத்திலேயே மறைந்து விடுவதால் இதைத் தற்காலிக ஏரி எனலாம்.

பாலைநிலங்களில் வெள்ளம் வரும்போது அந்த நீரின் அரிப்பால் கால்வாய் உண்டாகிறது. இந்தக் கால்வாயின் பக்கங்கள் செங்குத்தாய் இருக்கும். இங்கு ஓடும் நீர் இணைந்து ஒன்றாகச் செல்வதில்லை. ஆங்காங்கே பிரிந்தும் இணைந்தும் பலவாகப் பின்னல் போன்று உருவாகிச் செல்லும். பாலைநிலங்களில் நீரால் ஏற்படும் அரிப்பு மிகுதியாயினும் அது குறுகிய பரப்பிலேயே நடைபெறுகிறது. பாலைநிலங்களில் ஒரு ஏக்கர் நிலத்திலிருந்து 100 டன் பொருள் நீர் அடித்துச் செல்லப்படுவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

பாலைநிலங்களில் மிகுந்த வேகத்தில் வீசும் காற்று பாறைத் துகள்களை உயரத்தில் எடுத்து வீசுகின்றன. சில சமயங்களில் இத்துகள் 1000 மீட்டர் அளவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. காற்றால் அடித்துச் செல்லப்படும்



காளான் பாறைகள்



துகள்களால் உராயப்பட்டு அரிப்பு (abrasion) ஏற்படுகிறது. பாலைநிலங்களில் மணல் அல்லது கல் - துகள்கள் காற்றால் அடித்துச் செல்வதால் அவை பாறைகளால் அரிக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பாறைகளில் நீளவாட்டத்தில் குறுகலான பள்ளங்கள் உருவாகின்றன. இவற்றிற்கிடையே நீளமான குன்றுகள் உண்டாகின்றன. இக்குன்றுகள் (yardangs) நீளமானவையாயும் ஒன்றிற்கொன்று இணையாகவும் 7.5 மீ. வரை உயரமாக இருக்கின்றன. இவை காற்று, திசைமாறாமல் அடித்து, அரிப்புக்கு உள்ளாகி உண்டானவை.

பாலை நிலங்களில் ஆங்காங்கே பாறைகளும் பெரிய கூழாங்கற்களும் இருக்கும். இக்கற்கள் காற்று வீசும்போது அடித்துச் செல்லும் மணற் துகள்களின் உராய்வுக்கு உள்ளாகின்றன. உராய்வின் காரணமாக அந்தப் பாறையின் உருண்டையான பக்கங்கள் அரிக்கப்பட்டுத் தட்டையான முகங்களைப் பெறுகின்றன. இவை முகமுடைய கூழாங்கற்கள் (faceted pebbles) எனப்படும். இவற்றுள் மூன்று முகங்களைக் கொண்டனவற்றை மும்முகக் கூழாங்கல் (drekanter) என்பர். இணைமுகக் கூழாங்கல் இருமுகங்களை (parallel kanter) உடையது. ஒருமுக (kanter) முதல் இருபதுக்கும் மேலான முகங்களையுடைய கற்களை பாலைநிலங்களில் காண முடிகிறது.

பாலை நிலங்களில் தடித்துத் தூண் போன்று நிற்கும் பாறைகளும் அரிப்புக்குள்ளாகின்றன. காற்றின் கீழ்ப்பகுதியில் மணர்த்துகள் மிகுந்துள்ளமையால் இப்பாறைகளின் கீழ்ப்பகுதி உராய்வால் சிறியதாக்கப்படுகின்றன. மேற்பகுதி மிகுதியும் அரிக்கப்படாமல் அகன்றிருக்கும். காற்றிலுள்ள மணலால் அரிக்கப்பட்டுக் கீழே சிறுத்தும் மேலே அகன்று இருக்கும். குடை போன்ற பாறை, காளான்பாறை (mushroom rocks) எனப்படும்.

பாலை நிலங்களில் சில இடங்களில் சுண்ணாம்புப் பாறை இருக்கும். இது காற்றால் அடித்துச் செல்லப்படும் மணலால் உராய்ந்து சமமாக்கப்படுகிறது. பாலை நிலங்களிலுள்ள கிராணைட், ஷிஸ்ட், நைஸ் முதலான பாறைகள் மணற் துகள்களால் உராய்ந்து அரிக்கப்பட்டுச் சிறிய மேடு பள்ளங்களைக் கொண்டனவாய் மாற்றப்படுகின்றன. இந்தச் சம நிலப்பகுதி வழுவழப்பான தரைப் (mosaic) போன்று காணப்படுகிறது. இதைப் பாலைநில நடைபாதை (desert pavement) எனவும் கூறுவர்.

பாலைநிலங்களில் மலை அல்லது குன்றுகளை அடுத்துள்ள இடங்களில் அரிப்பின் காரணமாகச் சரிவான பகுதிகள் உண்டாகின்றன. உயரமான பகுதியின் இரு

பக்கங்களிலும் அமையும் இவை வீட்டின் கூரையைப் போல் நடுவில் உயரமாகவும், இரு பக்கங்களும் சரிவாகவும் அமைந்து முக்கோண வடிவிலான கிரேக்கக் கோவில்களின் முகப்பை (pediments) ஒத்திருக்கும். பாலைநிலங்களில், காற்றால் ஏற்படும் அரிப்பின் பின் விளைவுகளாக எக்கர் எனப்படும் மணற்குன்று (sandunes) பல வகையான வடிவில் ஏற்படுவதைக் காணலாம்.

இல. வைத்திலிங்கம்

## பாலை நிலம்

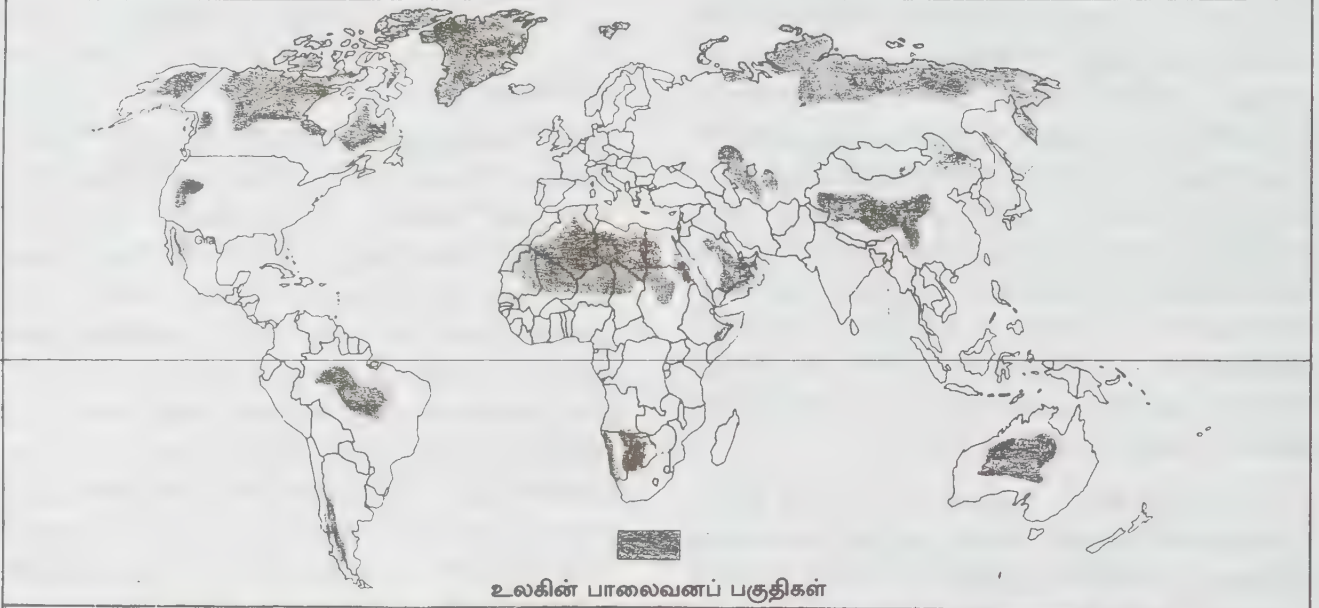
வறண்ட நிலப்பகுதி, பாலைநிலம் எனப்படும். இதைப் பாலைவனம் எனவும் கூறவர். பாலை நிலம் வறண்டதாக இருப்பதற்கு காரணம் அங்கு பெய்யும் மழை மிகவும் குறைவாகவே இருப்பதாகும். இங்கு பெய்யும் மழை தாவர வளர்ச்சிக்குப் போதுமானதாக இல்லை. எனவே மிகவும் குறைவான அனவு மழையைப் பெறும், பொதுவாகத் தாவர வளர்ச்சியற்ற வறண்ட நிலப்பகுதியே பாலைநிலம் எனலாம். பாலை நிலங்களில் பாறைகள் கற்கள் அல்லது மணல் மூடிச் செறிந்து காணப்படும். ஆங்காங்கே ஓரிரு தாவரங்கள் இருக்கக்கூடும். பாறைகளில் பரப்பாகக் காணப்படும் பாலைநிலங்களில் படிவுகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உண்டாவதில்லை. பாறைகள் தட்பவெப்ப மாற்றத்தின் விளைவால் சிதைந்து உடைத்து சிதறி சிறியனவாகிக் கற்களாலான பாலைநிலம் தோன்றும். இங்குள்ள மிகச் சிறிய துகள்கள் காற்றால் அடித்துச் செல்லப்பட்டு, மணல் படர்ந்ததாகக் காணப்படும். இப்பாலைநிலங்களில் மணற் குன்றுகள் பெரும் எண்ணிக்கையில் இருக்கும்.

புவியின் நிலப்பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பங்கு பாலைநிலங்களாக உள்ளது. நிலநடுக்கோட்டிற்கு இருபுறங்களிலும் 20° - 30° வரையிலுள்ள புவியின் மிகு வெப்பத்தாரைப் பகுதிகளில் அமைந்திருக்கும் பாலை நிலம் வெப்பப் பாலை நிலம் எனப்படும். இந்தியாவில் வடமேற்குப் பகுதியில் உள்ள தார்ப்பாலைநிலம், சகாராப் பாலைநிலம், அரேபியாவிலுள்ள பாலைநிலம் முதலானவை இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. மேலும் மேற்கு ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள பாலைநிலம், கல்கரி, அட்கமா, சோனரான் ஆகியனவும் வெப்பப் பாலைநிலங்களே. இந்த மிகு வெப்பத் தரையிலுள்ள பாலைநிலங்களில் 25 செ.மீட்டருக்குக் குறைவாக மழைபெய்கிறது.

சைபீரியாவின் தென்மேற்குப் பகுதி, திபெத், கோபி ஆகிய இடங்களிலுள்ள பாலைநிலங்கள் இடைகிடைக் கோட்டுப் பாலைநிலம் எனப்படும். இது நிலநடுக்கோட்டின் இருபுறங்களிலும்  $30^{\circ}$  -  $50^{\circ}$  குறிப்பிடத்தக்க பகுதியில் உள்ளது.

இதை நிலக்கூறு - பாலைநிலம் (topographical desert) எனவும் கூறுவர். ஈரான், அமெரிக்கா, மத்திய தரைகடற் பகுதியைச் சுற்றியுள்ள மழை நிழற் பகுதியிலுள்ளவையும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

புவியின் துருவங்களை அடுத்துள்ள இரு பகுதிகளிலும் வெப்பநிலை மிகவும் குறைவு. இதனால்  $65^{\circ}$  கிடைக்கோடுகளுக்கு மேற்பட்ட இப்பகுதியில் பெரும்பாலும் பனி படர்ந்திருக்கிறது. இங்குத் தாவரங்கள் வளர்வதில்லை. எனவே இப்பகுதிகளைக் குளிர் பாலைநிலம் (cold desert) என்பர். இங்குக் கோடைக் கால வெப்பம்  $10^{\circ}\text{C}$  குறைவாகவும், குளிர்காலத்தில்  $-20^{\circ}\text{C}$  வரையும் இருக்கும். கோடைக் காலத்தில் பெய்யும் மழை



சகாரா பாலைவனம்



25 செ.மீ. அளவிற்கும் குறைவாகும். குளிர்காலத்தில் மழைக்குப் பதிலாகப் பனியே பெய்யும்.

பாலைநிலத்தில் மழை பொழிவு மிகக் குறைவு. மழையின் அளவு ஆண்டுக்கு 25 - 35 செ.மீ. இருக்கும். பெருவிலுள்ள லிமாவில் ஆண்டுக்கு 5 செ.மீ. மழையளவே காணப்படுகிறது. சில இடங்களில் தொடர்ந்து சில ஆண்டுகள் மழை பெய்வதே இல்லை. பாலைநிலத்தில் முறையின்றி மழை பெய்கிறது. மேலும் இங்கு மழை எப்போது பெய்யக்கூடும் என்பதை ஊகிப்பதும் கடினம். பல ஆண்டுகள் கழித்து பெய்யும் மழை ஒரே சமயத்தில் பெருமழையாக பெய்வதுண்டு. ஒரு முறை தாப் பாலைநிலத்தில் இரண்டே நாட்களில் 80 செ.மீ. அளவு கனத்த மழை பெய்தது. அங்கு மழையின் சராசரி அளவு 12 செ.மீ. ஆகும்.

பாலை நிலத்தின் வெப்ப நிலை மழையைப் போலவே மாறுபடுகிறது. பகல், இரவில் நிலவும் வெப்பநிலைக்கு இடையேயுள்ள வேறுபாடு மிக அதிகம். இம்மாறுபாடு 70°F வரை இருக்கும். மிகு வெப்ப - பாலை நிலங்களில் பகல் வேளையில் வெப்பநிலை 100°F வரை இருக்கும். இரவு நேர வெப்பநிலை 30°F ஆகக் குறைகிறது. பொதுவாகப் பாலைநிலங்களில் பகலைக் கோடையெனவும், இரவைக் குளிர்காலமெனவும் கூறலாம்.

பாலைநிலத்தின் விரும்பத்தகாத, கொடுமையான காலநிலைக்கு அங்கு வீசும் காற்றும் ஒரு காரணமாகும். காற்றைத் தடுப்பதற்குத் தாவரங்கள் இல்லாமையால் தூசிகள் அதிக உயரத்திற்கு அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. மணற் துகள்கள் நெடும் தொலைவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு எறியப்படுகின்றன. பாலைநிலங்களின் அதிகமான வெப்பநிலை, குறிப்பாக பகற் பொழுதில், காற்று இவ்வாறு உயர் வேகத்தில் அடிப்பதற்குத் துணைபுரிகிறது. நூற்றுக்கணக்கான மீட்டர் உயரத்திற்குப் புழுதியை எடுத்துச் செல்லும் புழுதிப்புயலுக்கு (dust storm) காற்றே காரணமாகும்.

பாலைநிலத்திலுள்ள மண்ணில் மக்கிய தாவரங்களின் (humus) அளவு மிகவும் குறைந்தும் இருக்கிறது. உப்பின் அளவு மிகுந்து காணப்படும். பாலை நிலத்திலுள்ள சோலைப் பகுதிகளில் செழிப்பான மண் இருக்கிறது. பொதுவாகப் பாலைநிலமண் சிவப்பு அல்லது சாம்பல் நிறமுடையதாய் இருக்கும்.

பாலைநிலத்தில் தாவரங்கள் மிகவும் குறைவு. இங்குள்ள தாவரங்கள் நீண்ட வேர்களைக் கொண்டிருப்பதால் ஆழத்திலுள்ள நீரைப் பெற்று வளர முடிகிறது. இங்குள்ள சில தாவரங்களின் தண்டும் இலைகளும் தடிப்பாக உள்ளமையால் நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்ளுகின்றன. சிலவற்றின்

இலைகளின் மேல் ஒரு பசை இருப்பதால் நீர் ஆவியாவதும் தடுக்கப்படுகிறது. பொதுவாகப் பாலைநிலத்தின் தாவரங்கள் கள்ளி, கற்றாழை இனத்தைச் சேர்ந்தவை. பேரிச்சை போன்ற மரங்களும் பாலைநிலத்தில் உள்ளன. பருத்தி, நெல், புகையிலை போன்றவையும் பயிரிடப்படும். பாலைநிலத்தில் காணும் விலங்கினங்களில் ஒட்டகம் குறிப்பிடத்தக்கது. பாலை-ஒநாய், மறிமான் முதலியனவும் உள்ளன. இங்கே வாழும் மக்கள் வெள்ளாடு, செம்மறியாடு முதலிய கால்நடைகளை வளர்கின்றனர்.

இந்தியாவில் ஆரவல்லி மலைகளுக்கும், சமவெளிப் பகுதிக்கும் இடையே தாப் பாலைநிலம் அமைந்துள்ளன. இதன் பெரும்பகுதி மணற்பரப்பு ஆகும். இடையிடையே கற்களாலான குன்றுகளும், நீரற்ற பள்ளத்தாக்குகளும் உள்ளன. இப்பகுதியின் மழையளவு 25 செ.மீ. ஆகும். தினை முதலானவை இங்குப் பயிரிடப்படுகின்றன. இப்பாலை நிலம் 160 கி.மீ. அகலமும் 650 கி.மீ. நீளமும் உள்ளது.

இல. வைத்தியலிங்கம்

## பாலைவனச் சோலை

வறண்ட நிலப்பகுதி உடைய பாலைநிலத்தில் தாவரங்கள் நிரம்பிய பசுமையான சிறுபகுதியே பாலைவனச்சோலை (oasis) ஆகும். வளமான மண்ணும் போதிய நீரும் உள்ள பாலை நிலத்தில் சில சிறு பகுதிகளில் தாவரங்கள் வளர்கின்றன. இப்பாலைவனச் சோலை தோன்றுவதற்கு உறுதுணையாக இருப்பது நிலத்தடிநீர் ஆகும். பாலைநிலங்களில் ஓடும் ஆற்றின் நீர் பாலைவனச்சோலை தோன்றுவதற்குத் துணைபுரிகிறது இல்லை. சிறிது காலமே ஓடும் ஆற்றின் நீர் விரைவில் ஆவியாகிவிடும். தரையில் ஊரும் சிறிதளவு மழை நீரும் பாலைநிலத்தில் நிலவுகின்ற வெப்பத்தால் எளிதில் ஆவியாகி வெளியேறிவிடுவதால் மண்ணுக்குக் கீழே சென்று நீர் பகுதியை அடைவதில்லை. பாலைநிலத்தின் கீழே இருக்கும் நீர் புகு பாறைகளில் ஆர்ட்ஸன் நிலையில் அடைப்பட்டிருக்கும் நிலத்தடி நீர் பாலைவனச்சோலை தோன்றுவதற்கு உதவுகிறது. மேல் முக மடிப்பு அமைப்பை உடைய பாறைகளிலிருக்கும் நில நீரும் காரணமாகின்றன.

பாலைவனச்சோலை, சிறியதாகவும், பெரியதாகவும் உள்ளது. சிறிய வகையில், பனை, பேரிச்சை போன்ற மரங்கள் கூட்டமாக இருக்கும். பெரிய பாலைவனச்சோலை அகன்று பெரும்பரப்பில் இருக்கும். சிறிய பாலைவனச்சோலை தோன்றுவதற்கு தனித்திருக்கும் நீர் ஊற்று காரணமாகிறது.

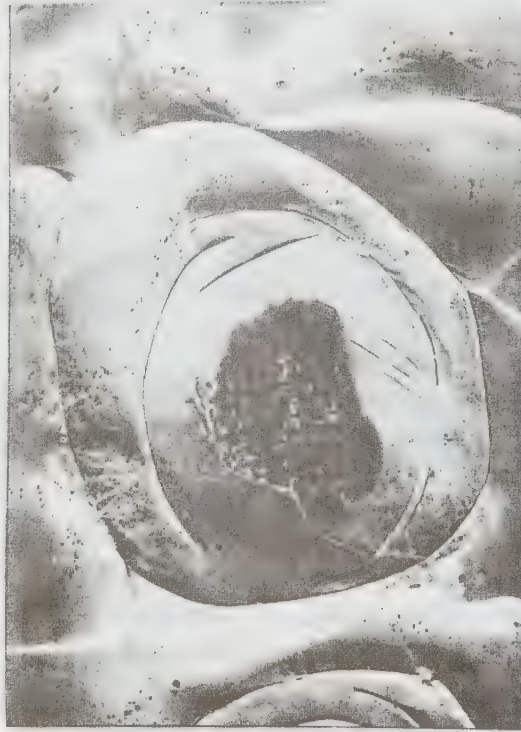
சில சமயம் அடியில் ஒடுகின்ற ஆற்று நீர் பாலைவனச்சோலை தோன்ற துணைபுரிகிறது. பெரிய, அகன்ற, பாலைவனச் சோலை நிலநீரின் காரணமாக அமைகிறது. சகாரா - பாலை நிலத்திலுள்ள பல அகன்ற பாலைவனச்சோலைகளும் நிலநீரின் ஆதரவைக் கொண்டே தோன்றியிருக்கின்றன. நிலத்தடி நீரை நைல் ஆற்றுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்துள்ளமையைக் காணமுடிகிறது.

பாலைவனச்சோலையில் கள்ளி, கற்றாழை போன்ற தடிப்பான சதைப்பற்றோடு கூடிய சிலவகைத் தாவரங்கள் வளர்கின்றன. போச்சை முதலியனவும் உள்ளன. வாழ்வதற்கு தேவையான நீரும், வளமான மண்ணும் உள்ளமையால் பாலைவனச்சோலையில் மக்கள் வாழ்கின்றனர். அவர்கள் பருத்தி, நெல், கரும்பு, திராட்சை, தக்காளி, புகையிலை முதலானவற்றை பயிர் செய்கின்றனர்.

பயிர்த் தொழிலை மேற்கொண்டு வாழும் இவர்கள் இங்குமங்குமாகச் சென்று நாடோடிகளாக வாழ்வதில்லை. இவர்கள் சில கால்நடைகளையும் பாலைவனச் சோலைகளில்

வளர்க்கின்றனர். அல்ஜீரியாவில் வட மேற்குப் பகுதியிலுள்ள சகாரா பாலைநிலத்தில் உள்ள கொலோம் பிச்சர் (colomb - bechar) என்னும் பாலைவனச்சோலை மிகவும் பெரியது. அங்கு நிலத்தடி நீரைத் தேக்கி வைத்து மக்கள் பயன்படுத்துகின்றனர். அங்கு நிலக்கரி, இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகியவை கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பாலைவனச்சோலை தோன்றுவதற்கு அந்த இடத்தின் கீழேயுள்ள பாறையிலிருக்கும் நீர் அடிப்படையாகிறது. பாறையில் பெய்த மழை நீர் பாறையில் புகுந்து, அப்பாறையின் அனைத்துப் பகுதிக்கும் செல்கிறது. இதுவே ஆங்காங்கே பாலைவனச்சோலைகளை உருவாக்குகிறது. சகாரா பாலைநிலத்திலிருக்கும் பாலைவனச்சோலை கீழே பரவியிருக்கும் நுபியன் மணற் பாறையிலிருக்கும் நிலத்தடி நீரைக் கொண்டே தோன்றியுள்ளது. பாலைவனச்சோலையைக் காக்கும் நிலநீர் அது இருக்கும் நீர்ப்பகு பாறைகளில் மிகவும் மெதுவாக நகர்ந்து ஊடுருவிச் செல்கிறது. இந்த நிலநீர் ஆண்டு ஒன்றுக்கு ஏறத்தாழ 50 மீ. தொலைவு செல்கிறது. எகிப்திலுள்ள





பாலைவனச்சோலைகளுக்கு தேவையான நிலநீரைக் வகொண்டிருக்கும் பாறைகள் 1500 கி.மீ தொலைவுக்கு அப்பால் தரை மட்டத்தில் வெளியாகி, மழை நீரைப் பெறுகின்றன. அந்நீர் பாலைவனச்சோலைகளுக்கு கீழே வந்து சேர 30,000 ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கக்கூடுமெனக் கருதுகின்றனர்.

இல. வைத்திலிங்கம்

## பாவட்டை

இதைப் பற்பணம், காட்டுத்திரணி, பன்னப்பாவட்டை என்றும் கூறுவதுண்டு. ரூபியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதன் தாவரப்பெயர் பாவெட்டா இண்டிகா (*Pavetta indica*) என்பதாகும். இது தமிழ்நாட்டில் அனைத்து மாவட்டங்களிலும் உள்ள இலையுதிர் காடுகளில் வளர்கிறது. இந்தியாவில் இமாலயம், அந்தமான் பகுதிகளில் இது காணப்படுகிறது. பாவட்டை வேர், இனிப்பும் கசப்பும் கலந்து காணப்படும்.



பாவட்டை செடியும் அதன் பகுதிகளும்

வளரியல்பு. இது ஒரு சிறுமரமாகும். சமவெளியில் 2 மீ. உயரமும் மலைப்பகுதிகளில் 6 மீ. உயரமும் இந் தவளர்கிறது. பளபளப்பான காம்புடைய இலைகள் அதிரடுக்கில் அமைந்திருக்கும். நீள்சதுரம் - தலைகீழ்முட்டை ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். இப்பசும் இலைகள் சவ்வுப் போன்றவை. காம்புடைய இலைப்பகுதி கூரியதாயிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் வெளி இலைகாம்பில் (intrapetiole) அமைந்தவை. வழக்கமாகத் தளர்ந்த, உதிரும் உறையின் இலைநாந்திருக்கும். மஞ்சரி கோரிம்போஸ் சைம்கள், மார்ந்த உச்சியிலோ இலைகோணங்களிலோ அமைந்திருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் சிறியவை. மணமுள்ள பூக்கள் பம்பர வடிவமாகவோ, மணி வடிவமாகவோ இருக்கும். மடல்கள் ஐந்து நுணுக்கமானவை. அல்ல இதழ்கள் குழல் போன்றவை. இக்குழல் மென்மையாகவும், உருளை போன்றுமிருக்கும். மடல்கள் நான்கு அரிதாக ஐந்தும்காணப்படும். மொட்டில் முறுக்கியும் மலரில் விரிந்தும் இருக்கும். அல்லக்குழல் நீளம் 1.5 செ.மீ. மகரந்தத் தாள்கள் அல்லிக் குழலின் முனை மீது பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மகரந்தப் பைகள் மெலிந்தவை. சூலகப்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு சூல் தடுப்புச்சுவர் மீது ஒட்டியிருக்கும். சூலகத்தண்டு மென்மையாகவும் நீளமாகவும், மிகவும் வெளியேறியும் இருக்கும். சூலகமுடி கதிர் வடிவானது. சதைக்கனி 0.8 செ.மீ. குறுக்களவுடன் உருண்டையாகக் கறுப்பாக இருக்கும். இது முன்புறம் உள் வளைந்த 2 பைன்களுடன் இருக்கும். பூக்கள் மே - ஜூன் மாதம் முதற்கொண்டும் காணப்படும். புற உறை சவ்வுப் போன்றது. முளை சூழ்தகை கொம்பு போன்றிருக்கும். சிறிய கரு உள்வளைந்து சிறிய தளிர் போன்ற வித்திலைகளைக் கொண்டது. இதன் முளைவேர் கீழ் மட்டமானது. பூலங்காவில் காணப்படும் பாவட்டை (*Pavetta indica* var. *montana*) புதர் போன்ற செடியாகும். இதன் பூக்கள் சிறியவையாயிருக்கும்.

பயன். இதன் இலை, வேர் முதலியவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இலையால் வளிநோய், முப்பிணி ஆகியன நீங்கும். இலையை வதக்கி வைத்துக் கட்ட கீழ்வாயிலுண்டாகும் எரிச்சல் தணியும். இலையையும் வேரையும் நசுக்கிக் கொப்புளம், நமச்சலுக்குக் கட்டலாம். குருதி ஒழுக்கிற்கும், பசி உண்டாகவும், மூக்குப்படிண்ணுக்கும் இலைத்தைலம் பயன்படுகிறது. கட்டையை விறகாக எரிக்கலாம். கட்டைச் சாறு வாதவலிக்கு உதவும். காயை வற்றலிட்டுக் கறியாகவும் சமைத்துண்டால் வளி சுரம், அருசி, சீதக்கடுப்பு, ஐயக்குற்றம், கழிச்சல் போகும். முதிர்ந்த கனிகளை நேரிடையாகவும் ஊறுகாய் செய்தும் உண்ணலாம். மஹாராஷ்டிரத்தில் சில

இடங்களில் பூக்களை உண்கின்றனர். தாய்லாந்து நாட்டில் பூச்சாற்றை நறுமணமூட்டப் பயன்படுத்துகின்றனர். வேர் பட்டையில் கசப்பான குளுக்கோசைடு உள்ளது.

வேரைக் குடிநீரிட்டு 40 - 80 மில்லி அளவு நாளும் இருவேளை தர ஈரல் நோய், வாதக் காய்ச்சல் அகலும். இத்துடன் சிறிது சுக்குத் துண்டைச் சேர்த்துத் தரச் சோகை நோயில் ஈரரை வடிக்கும். பாவட்டை வேர், ஆமணக்குவேர், உத்தா - மணிவேர் ஆகியவற்றைச் சமஅளவில் எடுத்து இடித்துச் சுக்குத்தூள், சர்க்கரை கலந்து சிறு குழந்தைகளுக்குப் புகட்ட வலப்பாட்டிரல், இடப்பாட்டிரல் வீக்கம் ஆகியன நீங்கும். இதன் வேர்ப்பொடி, சுக்குத்தூள் ஆகியவற்றைச் சமஅளவு எடுத்துக் கழுநீரில் கலக்கித்தர பெருவயிறு நோயில் நீரை வற்றச் செய்யும். வேருக்குப் பேதியை உண்டாக்கும் குணமும், சிறுநீரைப் பெருக்கும் குணமும் உண்டு. குடல் அடைப்பு, பஞ்சள் காமாலை, தலைவலி நீக்கவும் இது உதவும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பாவை

கண்ணின் குருதி நாளம் நிறைந்த உறையில் கோராய்டு, இழை, கருவிழிப்படலம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. முன்னது இரண்டும் விழி வெண்படலத்துடன் ஒட்டியுள்ளன. கருவிழிப் படலம் பளிங்குப் படலத்தின் நாய்க்குடை வடிவம் கொண்ட முன்னறையிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. நாய்க்குடையின் கம்பு, பாவை வழியாகப் பின்னே செல்கிறது. ஆகவே பாவை என்பது கருவிழிப்படலத்தில் காணப்படும் ஓர் ஒட்டையாகும். ஒளியாலும் சுருங்கி விரியும் தசையாலும் இதன் வடிவம் மாறுபடுகிறது.

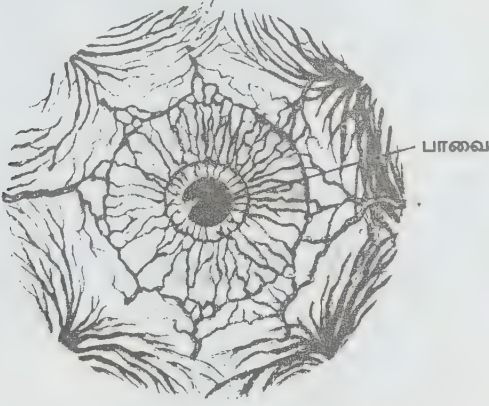
ஒளி கண்ணின் விழித்திரையில் விழுந்தால், இரண்டு பாவைகளும் கருங்குகின்றன. நீண்ட நேரம் ஒளிக்கற்றை கண்ணின் மேல் விழுந்து கொண்டிருந்தால், சுருங்கிய பாவை படிப்படியாக விரிவடைகிறது. முழு இருட்டில் கண் பாவை நன்கு விரிகிறது. இதற்கான உறுப்புகள் விழித்திரையிலுள்ள கம்புகளும், கூம்புகளுமேயாகும். கண் புரை அறுவைக்குப் பின்னர் விழிவில்லையற்ற பாவை அடைப்பு ஏற்பட்டுப் புற்று உருவாகலாம்.

அர்கைல் ராபர்ட்சன் பாவையில் ஒளிக்கான அனிச்சை மறைகிறது. ஆனால் தகவமைப்பு அனிச்சை இருக்கிறது. இது பொதுவாக மேக நோயில் காணப்படுகிறது. நடுமுளை பாதிக்கப்படும் நிலையில் பாவை சிறியதாகவும், கீற்றதாகவும் இருக்கும். அட்ரோபின் மருந்துச் சொட்டிட்டால் பாவை



எதிர்பார்க்கும் அளவில் விரிவதில்லை. இத்தகைய நிலை நீரிழிவு நோயிலும் காணப்படலாம். ஹார்னர் நோயியத்திலும் சுருங்கியப்பாவை, இமை தொங்கல், உட்சென்ற கண் கோளம் போன்றவை காணப்படுகின்றன. பரிவு நரம்பு மண்டலப் பாதிப்பின்போது இது காணப்படுகிறது.

ஏடி (adie) பாவையில் கண் பார்வை மங்கிப் பாவை விரிவடைகிறது. ஒளிக்கு எதிர்வினை எதுவும் இல்லை. தகவமைவின்போது பாவை சுருங்குகிறது. இளம் பெண்களே இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். நோயின்போது ஒரு கண் மட்டுமே நோய்க்குள்ளாகிறது. 2% மீதாகோலின் ஒரு சொட்டு அல்லது 0.1% பைலோகார்பின் மருந்து பாவையை விரைவாகச் சுருக்குகிறது. நரம்பு மண்டலப் பாதிப்பின்போது, முழங்கால் கணுக்கால் அனிச்சைகள் மறைகின்றன. இந்நிலையை ஹோம்ஸ் ஏடி பாவை என்பர்.



பாவை (pupil)

ரைலி - டே நோயியத்தில் ஏடி பாவை இரண்டு பக்கமும் காணப்படுகிறது.

ஒளிக்கற்றைக்கான அனிச்சையில் 3ஆம் கபால நரம்பும், பார்வை நரம்பும் பங்கு கொள்கின்றன. கண்களை நன்கு ஆய்வு செய்ய குறிப்பாகப் பார்வை நரம்புத் தகட்டைப் பார்க்கக் கண் பாவை நன்கு பிரிந்திருக்க வேண்டும். இதற்கு அட்ரோபின் மருந்தும், பாவையைச் சுருக்க எசெரின் மருந்தும் துணைபுரிகின்றன.

மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். Keith Lyle, May and Worth's *Manual of Eye Diseases*, Thirteenth Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பாறை

கனிமங்களின் தொகுப்பு பாறையாகும். பாறை ஒன்று அதற்கு மேற்பட்ட பல கனிமங்கள் சேர்ந்தோ உண்டாகும். பாறையைப் புவியின் புறப்பகுதியை உருவாக்கியுள்ள சிறு கூறு எனவும் குறிப்பிடுவர். பாறையைப் பொதுவாக அது தோன்றிய முறையின் அடிப்படையில் முப்பெரும் வகையாகப் பகுக்கலாம். அவை அனற்பாறை (igneous rock), படிவுப்பாறை (sedimentary rock), மாற்றுருப்பாறை (metamorphic rock) என்பனவாகும்.

புவி, தொடக்க நிலையில் வளிமமமாக இருந்து குளிர்ந்து, நீர்மநிலையிலிருந்து பின் மேலும் குளிர்ந்து திண்மப் பொருளாக மாறி உண்டானது. உருகிய நிலையிலிருந்து பாறைக்குழம்பு (magma) குளிர்ந்து இறுகிப் பாறையாகிறது. இது அனற்பாறை எனப்படும். இந்த அனற்பாறை, முதன்மைப் பாறைக்கு (primary rock) மூலமான பாறைக்குழம்பு பல்வேறுபட்ட வேதிச் சேர்க்கை உடையது. பாறைக்குழம்பு குளிர்ந்து இறுகுவது பல்வேறுபட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. இதன் வேறுபாடுகளின் விளைவாகப் பலவகையான அனற்பாறைகள் உண்டாகின்றன. அனற்பாறை அதிலுள்ள கனிமங்களின் அடிப்படையில் நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பகுப்பு முறைக்கு அப்பாறை களிலுள்ள சிலிக்கான்டை - ஆக்சைடன் ( $\text{SiO}_2$ ) அளவு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வடிப்படையில் அமிலப்பாறை (acid rock), இடைநிலைப்பாறை (intermediate rock), காரப் பாறை (basic rock), மிகு காரப்பாறை (ultra basic rock) எனப் பிரிக்கப்படும். கார - அனற்பாறைகளில் 66%க்கு மேல் சிலிக்கான்டை-ஆக்சைடு இருக்கும். 52% - 66% வரையுள்ளவை இடைநிலை அனற்பாறைகள் ஆகும். 45% - 52% இருந்தால் கார - அனற்பாறை எனவும், 45%க்குக் குறைவாக இருந்தால் மிகு - காரஅனற்பாறையெனவும் அறியலாம். பாறைகளை உருவாக்கும் கனிமங்களில் பெரும்பாலானவை சிலிக்கேட் கனிமங்களே. இதனாலேயே சிலிக்கானின் அளவு அடிப்படையாகக் கொள்ளப்பட்டது. அமில-பாறைகளில் பளிங்கும், ஃபெல்ஸ்பாரும் முதன்மைக் கனிமங்களாக இருக்கின்றன. பளிங்கு இராமல் ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்களைக் கொண்டவை இடைநிலை - பாறைகள்; ஃபெல்ஸ்பாரையும் பைராக்சினையும் முதன்மைக் கனிமங்களாகக் கொண்டு இருப்பவை கார - பாறைகள்; மிகுகார பாறைகளின் முதன்மைக் கனிமங்கள் ஆலுமீன், பைராக்சின் ஆகியவை ஆகும். இவற்றோடு சிறிய அளவு ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்கள் இருக்கலாம்.

அனற் பாரைகளில் மேற்கூறிய நால்வகைப் பாரைகளும் மூன்று இனங்களாகக் காணப்படுகின்றன. பாரைக்குழம்பு மிகுந்த ஆழத்தில் குளிர்ச்சியடைந்து தோன்றியது ஆழ்திலைப் பாரை (plutonic rock) ஆகும். இதன் துகள்கள் பெரியனவாகும். புவியின் மேற்பரப்பில் பாரைக் குழம்பு குளிர்ந்து இறுகியதால் உண்டானது எரிமலைப்பாரை (volcanic rock) ஆகும். இதன் கனிமங்கள் சிறிய துகள்களாகக் காணப்படுகின்றன. பெரிய

சிறிய துகள்களாகக் கனிமங்களைக் கொண்டிருப்பது நடுதிலைப்பாரை (hypabyssal rock) ஆகும். அனற்பாரை அதில் காணப்படும் சிறப்பான அமைப்பைக் கொண்டும் வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒருவகை அனற்பாரையில் கனிமங்கள் பெருமளவில் பிணைந்து வளர்ந்த அமைப்புடன் (intergrowth structure) விளங்குகின்றன. இப்பாரை பெக்மடைட் (pegmatite) எனப்படும். இதே அமைப்பும் கனிமங்களும் உடைய



பெரிய துகள்கள் அனற்பாரை



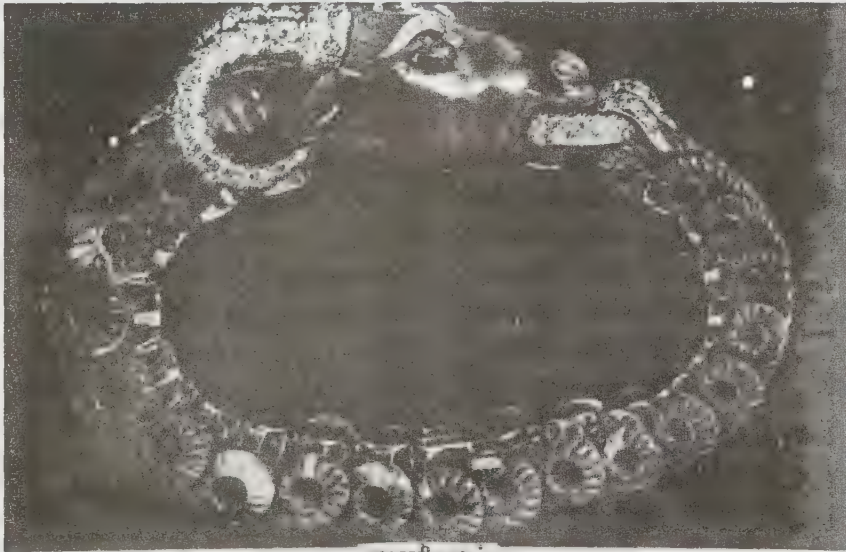
பாரைக் குழம்பிலான அனற்பாரை



சிறிய துகள்களாலான பாறை அப்லைட் (aplite) எனப்படுகிறது. அனற்பாறை பலரால் வெவ்வேறு அடிப்படையில் பல வகையாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பாறைகளில் இரண்டாம் தொகுதி படிவுப் பாறையாகும். புவியின் மேற்பரப்பிலிருக்கும் பாறை, காற்று மண்டலத்தின் தாக்குதலால் சிதைவடைகிறது. சிதைவுற்ற பாறையின் துகள் அடித்துச் செல்லப்பட்டு வண்டலாகக் கடல், ஏரி முதலான

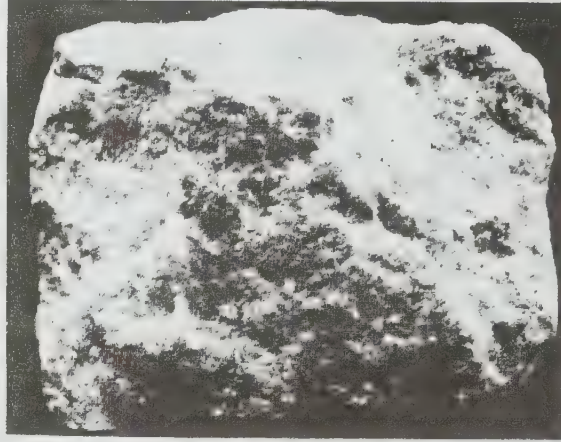
இடங்களில் படுகிறது. படியும்போது கனமான பெரிய துகள் கீழேயும், சிறிய கனமற்ற துகள் மேலேயுமாக நிலை கொள்கின்றன. மேலும் முதலில் வந்தடைந்த வண்டலின் மேல் பின்பு வந்த வண்டல் படுகிறது. வண்டல் படிந்து கெட்டியாகி உண்டாகும் பாறை அடுக்கடுக்கான படலமாகக் காணப்படுகிறது. வண்டல் படிந்து இறுகி, படல அமைப்போடு உண்டாகும் பாறை படிவுப் பாறை எனப்படும்.



அணிகலன்

படிவுப் பாறையை அதன் வேதித் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல வகையாகப் பிரித்துக் கூறுவர். இந்த அடிப்படையில் படிவுப்பாறை, மணற்பாறை (silicious rock), சுண்ணாம்புப் பாறை (calcareous rock), களிப்பாறை (clayey rock), கரிமப் பாறைகள் (carbonaceous rock), உயிரியப் பாறை (organic rock), அயப்பாறை (ferruginous rock), பாஸ்பேட் பாறை எனப் பகுக்கப்படும். படிவுப்பாறை

அது எந்தப் பொருளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது எனும் அடிப்படையிலும் பிரிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகச் சுண்ணாம்பாறைகளில் கால்சைட் படிவங்களால் ஆனது படிகச்சுண்ணாம்பாறை (crystallin limestone) எனப்படும். இது போன்றே சிப்பிச் சுண்ணாம்பாறை (shell limestone), பவளச்சுண்ணாம்பாறை (coral limestone), தொல்லுயிர் - சுண்ணாம்பாறை (fossiferous limestone), ஊலிடிச் -



சிற்ப வேலைப்பாட்டில் பளிங்குக் கல்



சுண்ணப்பாறை (oolitic limestone) எனப் பல வகைகள் உள்ளன. கார்பன், கலப்புப் பொருளாக மாறு பொருளாகக் கொண்டுள்ள சுண்ணப்பாறை கரிமச் சுண்ணப்பாறை எனப்படும். அது கிடைக்கும் இடத்தின் பெயரால் சுடப்பாக்கல் (cuddaph slab) என இது வழங்கப்படுகிறது.

படிவுப்பாறை உண்டாவதற்குக் காரணமாக இருந்த ஆறு, காற்று, பனி ஆறு முதலிவற்றின் பெயராலும், வண்டல் படிந்து தோன்றிய கடல், ஏரி முதலான இடத்தின் பெயராலும் பலவகையாகக் கூறப்படுகிறது. படிவுப் பாறை அதிலுள்ள துகள்களின் பரிமாணம் அல்லது அளவின் அடிப்படையில் பலவகைப்படும். ஏறத்தாழ 2 மி.மீ. அளவிலானது மணல் எனவும் 10 மி.மீ. அளவு வரை பெரியது சரளை (gravel) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. படிவுப்பாறையை வகைப்படுத்துவதில் அதன் அமைப்பும் சில வேளைகளில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. சில சிறப்பியல்பினை உடைய படிவுப் பாறை தனி வகையாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

பாறைகளின் மூன்றாம் இனம் மாற்றுருப் பாறையாகும். முன் இருந்த பாறை, மாறிவரும் வெப்பம், அழுத்தம், வேதிச் சூழல் ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு மாறுதல் அடைந்து புதிய உருவ அமைப்புடன் மாற்றுருவப் பாறையாகிறது. மாற்றுருப் பாறை, தோன்றும்போது ஏற்படும் மாற்றங்கள் தினம்ப் பொருள் நிலையிலேயே நடைபெறுகின்றன. மாற்றுருப் பாறை அமைப்பின் (texture) அடிப்படையில் பலவகையாகப் பிரித்துக் கூறப்படுகிறது. எ - டு: ஸ்லேட் (slate), ஷிஸ்ட் (schist).

சில அவற்றிலுள்ள களிமங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எ-டு: குவார்ட்ஸ் சைட்ரைய் கூறலாம். எனவே அமைப்பு அதிலுள்ள களிமங்கள் ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு மாற்றுருப் பாறை பல்வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை ஸ்லேட், ஃபில்லைட், ஷிஸ்ட், நைஸ், ஆம்ஃபிபோலைட், குவார்ட்ஸ் சைட், சலவைக்கல், கட்டக்களாசைட், கிரானுலைட், மைலோநைட்ஸ், ஃபில்லோநைட் என்பன. மேலும் நைஸ், ஷிஸ்ட் போன்றவை பட்டை நைஸ், மைக்கா - ஷிஸ்ட் என மேலும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

இல. வைத்திலிங்கம்

## பாறை அடுக்கியல்

மழைநீர் புவியின் மீது விழும் காலந்தொட்டே புவி வரலாறு பாறைச் சுவடிகளில் பதிவாகி நில அரிப்பு தொடங்கியது. படிவுப் பொருள்கள் நீர்த் தேக்கங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டன.

தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் உயிரற்ற உடல்கள் புதையுண்டமையால் காக்கப்பட்டன. இவ்வாறு பாதுகாக்கப் பட்ட உயிர் வாழ்க்கைச் சான்றுகளைப் புதைபடிவங்கள் (fossils) என்பர். இவற்றைச் சமை கற்கள், தொல்லியல் சின்னங்கள் எனவும் குறிப்பர். உடல் பொதிந்த அச்சு, அச்சுத் திணிப்பு வடிவம், காலடிச் சுவடி, கல்லாகச் சமைந்த முழுஉடல், கரியான உடல், பதப்படுத்தப்பட்ட உடல், கல்லாக மாறிவிட்ட உடல், எலும்பு போன்ற புதை வடிவங்கள் தோன்றிப் பாறை அடுக்குகளாக மாறின. மணல், சேறு, கால்சியம், கார்பனேட் ஆகிய படிவுகளே நாளடைவில் மணற்பாறை, களிமண் பாறை, சுண்ணப்பாறை அடுக்குகளாக மாறுகின்றன. இப்பாறைகளில் ஆழமற்ற /கடலில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் உடல்கள் படிவங்களாகப் புதைந்துள்ளன.

நிலத்தின் மேலுள்ள பாறைப் பொருள்கள் கண்டச் சரிவின் இடையே படிந்து கொண்டே வரும்போது நிலத்தின் சுமை குறைகிறது. கடலடியின் மேல் சுமை அதிகரிக்கிறது. நிலம் ஒரு தெப்பம் போல் இயங்குவதால் அதன் சுமை குறையக் குறைய அது நீர் மட்டத்துக்கு மேல் எழுகிறது. தரைக்கும் நிலத்துக்கும் இடையே ஒருவிதச் சம்பாடு அமைந்தவாறே இருக்கிறது. நிலம் மேலே எழுவதும், அமிழ்வதும் ஒவ்வோர் இடத்திலும் வெவ்வேறு வேகத்தில் நடைபெறுகின்றன. விரைவில் மேலெழுந்த இடங்களில் இருந்து மீண்டும் உருட்கல் பாறை, மணற் பாறை, களிமண் பாறை, சுண்ணப் பாறை ஆகியன படுகின்றன. ஏரிகளில் படியும் படிவுகளில் பெரிய அளவுள்ள துகள்களும் மாறி மாறி அமைகின்றன. மழை நாள்களில் பெருந்துகள்களும், மழையற்ற நாள்களில் நுண் துகள்களும் படுகின்றன. இவ்வாறு ஓராண்டிற்கு இரண்டு படலங்கள் காணப்படுகின்றன.

நிலத்தின் மேல் சராசரியாக 30 செ.மீ. கனமான படிவு அமைய 5,000 - 10,000 ஆண்டு ஆகிறது. புவி வரலாற்றில் இன்று வரை ஏறத்தாழ 15,200 மீட்டர் கனமுள்ள படிவு படிந்துள்ளதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இதற்கு ஏறத்தாழ 500 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கலாம். கடினமான படிவும் தொடர்ச்சியாக ஒரே இடத்தில் படியவில்லை. ஆகவே அங்குமிங்குமாகப் பரவியுள்ள கடலடித் தொய்வுகளில் அவ்வப்போது படிந்த படிவுப்பாறைகளை ஒப்புநோக்கி அவற்றை வரிசைப்படுத்திப் பாறை அடுக்குகளின் மொத்தத் தடிப்பைக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

இயற்கையில் பாறைகள் இப்போது இருப்பதைப் போலவே எப்போதும் படிந்து வருகின்றன. எனவே இக்காலத்தைத் தொன்மைக் காலத்தின் அமைப்பை வெளிப்படுத்தும் காட்டி என்பர். முதலில் படிந்த படிவு கீழேயும்

பிறகு படிந்த படிவு மேலேயே இருப்பதே முறை என்னும் பாறையடுக்கு கொள்கை படிவுகளுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பைத் தெரிந்து கொள்ள உதவுகிறது.

பாறைகளை ஒப்பு நோக்கப் பாறை அடுக்கமைப்பு, வரிசைமுறை, பாறை வகைப் பொருத்தம், புதை படிவம் காட்டும் இன அடையாளம், காணும் முறை, உயிரினங்களின் படிமலர்ச்சி நிலை ஒப்பீடு ஆகிய நிலப் பொதியியல் முறைகள் பயன்படுகின்றன. நிலப் பிறழ்ச்சியின் காரணமாகப் பாறை மாறுபட்ட நிலையை அடைந்திருந்தால் கால உறவு முறைகளை எளிதில் கண்டறிய முடியாது. படிவுப் பாறைகளுள் ஓர் அனற்பாறை நுழையாமல் இருந்தால் அப்பாறையின் வயது படிவுகளின் வயதைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

படிவு வரிசைகளில் இடையிடையே ஏற்படும் நில மேலெழுச்சிகளையும் அமிழ்வுகளையும் கொண்டு பாறையடுக்குகளில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு தட்பவெப்ப நிலைகளும், உயிர் வாழ்க்கையும் பிற சூழ்நிலைகளும் மாறிக் கொண்டே இருக்கின்றன. ஆகவே பாறையின் நுண் இழைமை அல்லது படிவாப்பு (texture) மாறுபடும்போதே அதில் படியும் உயிரின உடல்களும் மாறுகின்றன.

ஒரு தனி படிவுப் படலம் அல்லது அதற்கு நெருங்கிய உறவு கொண்ட படல வரிசைகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று உடன்பட்ட நிலையில் இருப்பதை அமைவு (formation) என்பர். ஒவ்வோர் அமைவையும் அவற்றினுள் நெருங்கிய உடனடி கொண்ட புதை வடிவங்கள் இருப்பதாலும், அவற்றின் பாறை வகையின் ஒத்த தன்மையாலும் பிரித்து அறிந்து கொள்ளப்படும்.

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

பாறை அடுக்கியல் கொண்டு பாறைபடிவ அமைவு,

## பாறை அடுக்கியல் கால நிலை

காலம்	தொகுதி	பாறை அடுக்கியல் பகுதி
கடையூழிக் காலம் (quaternary)	அண்மைக் காலம் (recent) பிளைஸ்டோசீன் (pleistocene)	தற்காலமேற்பரப்புப் படிவு
மூன்றாம் ஊழிக் காலம் (tertiary)	பிளையோசீன் (pliocene) மையோசீன் ஒலிகோசீன் இயோசீன்	இமயம் போன்ற புற முந்தீரகப்பகுதி, தென் இந்திய கடற்கரைப் பகுதி
இடையூழிக் காலம்	கிரிட்டேசியஸ் ஜூரேசிக் கிரையாசிக்	டெக்கான் ஏரிப்பகுதி முந்தீரகப் பகுதி, கோண்டுவானாப் பகுதி
தொல்லுழிக் காலம் (palaeozoic)	பெர்மியன் கார்பானிஃபெரஸ் டிவோனியன் சைலூரியன் ஆர்டோவிசியன் கேம்பிரியன்	முந்தீரகப் பகுதி புறமுந்தீரகப் பகுதி
காலம்	தொகுதி	பாறை அடுக்கியல் பகுதி
உயிர் தொடக்கக் காலம் (proterozoic)	முன்கேம்பிரியன்	விந்தியன் தொகுதி முந்தீரகப்பகுதி
முதுஊழிக் காலம் அல்லது உயிரியல் காலம் (azoic)	ஆர்க்கேயன்	கடப்பாத் தொகுதி முந்தீரகப் பகுதி தார் வார் பகுதி முந்தீரகப் பகுதி

மு. இராமச்சந்திரன்



## பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்வு

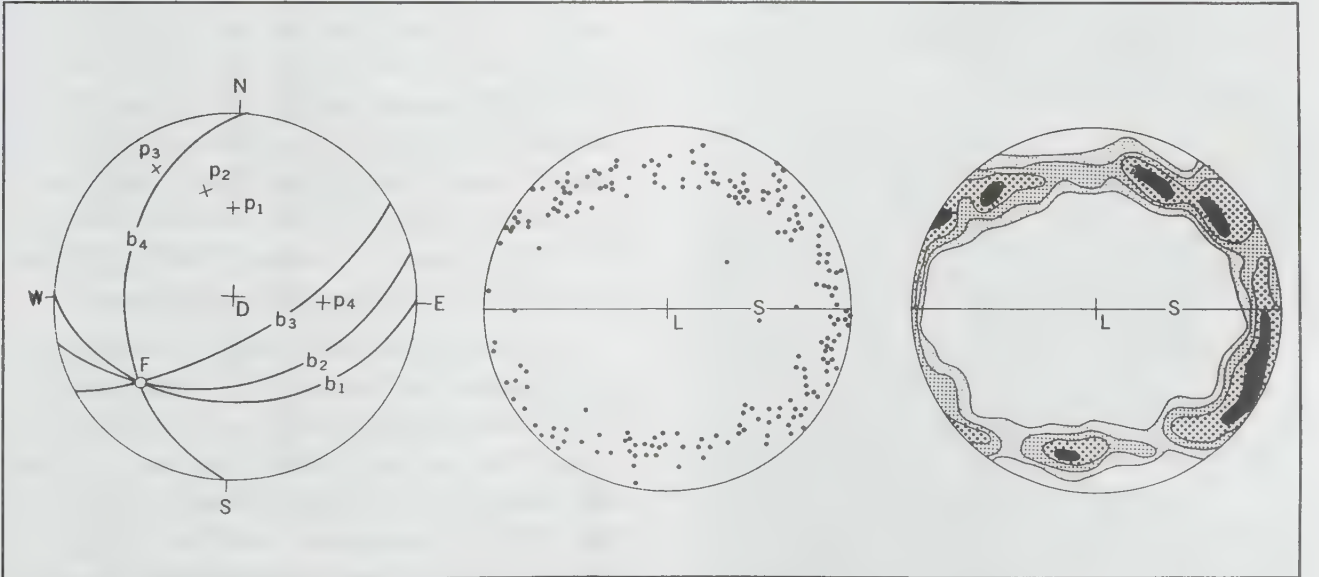
இது பாறைகளிலுள்ள துகள் அல்லது கூறுகளின் அமைப்பைப் பற்றியும், அவற்றைத் தோற்றுவித்த நகர்வு (movement) பற்றியும் ஆராய்வதாகும். பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்வால் பாறைகளில் ஏற்படும் உருக்குலைவு அல்லது உருமாற்றம், படிவுப்பாறை, அனற்பாறைகளின் தோற்றம் பற்றியும் அறியப்படுகிறது. பாறைகளின் உருமாற்றம் பற்றியும் அவற்றின் நகர்வு அல்லது பெயர்ச்சியின் இயக்க வரலாற்றினைப் பற்றியும் விளக்குவதை அமைப்பியல்பு பாறை இயல் (structural petrology) என்பர். இதனையே பாறை இயக்கவியல் (petrotectonics) எனவும் கூறுவர். பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்வின் அடிப்படைக் கருத்துக்களை விளக்கியவர்களில் புரூனோ சான்டல், வால்டர் ஸ்மித் ஆகியோர் குறிப்பிடத்தக்கவர் ஆவர்.

பாறைகளின் அமைப்பியல்பைக் கூறும்போது அவற்றின் கூறுகளாக அணு, கனிமத்துகள், மடிப்பு போன்றவற்றைக் கொள்ளலாம். இந்தக் கூறுகளுக்கு இடையேயுள்ள கோர்வை முறையை இழைமை (fabric) என்பர். இதைக் கோர்வை முறை என்றே கூறலாம். இக்கோர்வை முறை பாறைகளிலுள்ள கனிமத்துகள்களின் தன்மைகளைக் கொண்டு, ஏடு அமைப்பு (foliated), நீள் அமைப்பு (lineation), தனி அமைப்பு (isotropic) எனப் பலவாறாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்வால் பாறையின் கூறுகளிடையே காணப்படும் கோர்வை முறை, அந்தப் பாறை

தோன்றிய சூழலைக் கொண்டு அமைகிறது என்பதை அறிய முடிகிறது. இயக்கமற்ற சூழலிலுள்ள பாறைக் குழம்பிலிருந்து உண்டான அனற் பாறையின் கோர்வை முறை, தரையின் மீது ஓடிப் பாயும் பாறைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றிய பாறையின் கோர்வை முறையினின்றும் மாறுபடுகிறது. இவ்வாறே வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் தோன்றிய படிவுப் பாறைகளின் கோர்வை முறைகளும் வெவ்வேறாக இருக்கும். ஆகையால் அமைப்பியல்பு பாறையியல் பாறைகளில் ஏற்பட்ட உருக்குலைவு (deformation) எத்தனை முறை ஏற்பட்டது என்பதைப் பற்றி அறிவதற்குத் துணை புரிகிறது.

பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்விலும் பாறைகளின் தன்மைகள், அவற்றிலுள்ள ஏடு அமைப்பு, நீள் அமைப்பு, பிளவுப் பெயர்ச்சி மடிப்பு, பிளவு ஆகியன சாதாரண தலைமுறை ஆய்வுகளில் செய்வது போன்றே முதலில் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுக்காகப் பாறையின் மாதிரித் தலத்தில் சேகரிக்கும் போதே தனிக்கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. எடுக்கப்பட்ட பாறை - மாதிரியின் மீது கிடைக்கோடு, வடக்குத் திசை, கீழ்வாட்டம் முதலியன குறிக்கப்படுகின்றன. அதன் பின்னர் ஆய்வகத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்படும். இதனால் அந்த மாதிரியிலிருந்து பாறையின் ஏடு அமைப்பு, நீள் அமைப்பு முதலான கூறுகளைத் தலத்தில் இருந்தது போன்றே திசை வேறுபடாமல் எந்த நேரத்திலும் எவ்விடத்திலும் அறிய முடிகிறது. இவ்வாறு கவனத்தோடு குறியிட்டுச் சேகரிக்கப்பட்ட பாறை - மாதிரியிலிருந்து வேண்டிய



படம் 1. இரட்டுறல் கொண்ட கால்சைட்டின் உருக்குலைவினை விளக்கும் படம்

வாட்டத்தில் வெட்டிப் பாறைச் சீவல் (thin section) தயாரிக்கப்படுகிறது. பாறைச்சீவலை நுண்ணோக்கி கொண்டு ஆய்வதன் மூலம் பாறையின் கனிமச் சேர்க்கை, துகள்களின் அமைப்பு, நீள் அமைப்பு, ஏடு அமைப்பு, படிக - இரட்டுறல்-தளங்கள், மற்றும் துகள்களின் வடிவம் முதலானவை அறியப்படுகின்றன. இவ் விவரங்களை நுண்ணோக்கியில் பொருத்தப்பட்ட நான்கு அச்ச சுழல் கருவியினால் (universal stage) அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது. இக்கருவியின் உதவியால் பாறைச் சீவல் எந்த ஒரு வாட்டத்திலும் திருப்பப்பட்டு அப்பாறையின் தன்மைகளும் கூறுகளும் சுண்டறியப்படுகின்றன.

நான்கு அச்ச சுழல்-கருவியைப் பயன்படுத்தி பாறையின் எந்த தன்மையினையும் ஆராயலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பாறையிலுள்ள எதேனுமொரு கனிமத்தின் ஒளி அச்சுகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு கனிமத்தின் பலத்துகள்களின் ஒளி அச்சுக்களைப் புள்ளிகளாக ஒரு வட்டத்தில் குறிப்பர்.

இது வீழ்த்தல் (projection) என்னும் முறையில் செய்யப்படுகிறது. இந்த வட்டத்திலுள்ள பல ஒளி அச்சுகளின் வீழ்த்தலாகிய புள்ளிகளைக் கொண்டு பாறை இழைமைப் படம் (petro fabric diagram) தயாரிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு



கனிமத்திற்கும் ஒரு கனிமத்தின் ஒவ்வொரு தன்மைக்கும் பற்றை இழைமைப் படங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பாறை இழைமைப் படங்களிலிருந்து அவற்றின் சமச்சீர்மை (symmetry) அறியப்படுகிறது. பாறை இழைமைப் படங்களின் சமச்சீர்மை அப்பாறை தோன்றிய போது இருந்த சூழ்நிலையைக் குறிப்பாக அப்போது ஏற்பட்ட இயக்கம் பற்றி அறியத் துணை புரிகிறது. எனவே பாறை இழைமைப் பகுப்பாய்வால் பாறையின் தோற்றம் பற்றிய விவரங்களைத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.

இல. வைத்திலிங்கம்

## பாறைக் காந்தவியல்

புவிக்கோளத்தை அதன் புவியியல் துருவங்களின் அருகே மையம் கொண்ட காந்த துருவங்களைப் பெற்றுள்ள ஒரு பெரிய காந்தமாகக் கருதலாம். புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் காந்தவியலின் விசையும் (intensity) திசையும் இடத்துக்கு இடம் மாறுபடும். ஒரு காந்த முள் வட, தென் துருவக்கோட்டுக்கு இணையாக நிற்கும். இது துருவம் நோக்கிக் கீழே சாய்ந்தும் இருக்கும். காந்த நெறிமாற்றமும் (declination), காந்தச் சரிவும் (inclination) பொதுவாகத் துருவங்களின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். பலவித உலோகங்களைப் போல் பாறைப் பொருள்களும் மாறுபட்ட காந்த ஏற்புத்தன்மையைப் (magnetic susceptibility) பெற்றுள்ளன.

புவிக்கோளத்தின் மையத்தில் நிக்கல், இரும்பு ஆகிய உலோகங்களால் ஆன ஒரு திண்ம மையக் கருக்கோளம் உள்ளது. இது புவிக்காந்த ஆற்றலுக்கு அடிப்படையாக இருக்கிறது. இக்கருக்கோளத்தைப் போர்த்தினாற்போல், உள்போர்வைக்கோளம் (mantle) ஒன்று உள்ளது. இது முதலில் சல்ஃபைடு - ஆக்சைடு கூடு ஒன்றாலும் அதற்குமேல் மிகுகாரப் பாறைகளாலான குழைமப் பசால்ட் மேல் போர்வையாலும் போர்த்தப்பட்டுள்ளது. இக் குழைமப் பசால்ட்டுக்கு மேல் திண்மமான உலகின் மேல்பொருக்கு (crust) உள்ளது.

உலகம் சுழலும்போது மேல் பொருக்கிலுள்ள கண்டப்பாறை தெப்பம் போல் அடியிலுள்ள குழைமப் பசால்ட் தளத்தின் மேல் நெகிழ்ந்து நழுவுகிறது. ஆகவே கண்டங்களின் பாறைத் திப்பைகளில் ஏற்பட்ட மூலக் காந்தவிசை நெறிகள் அவை உண்டானபோது இருந்த புவியின் துருவங்களை நோக்கியே நெறிப்பட்டிருந்தன. அவை உடைந்து நழுவின பின்னர் உள்ள புவியின் துருவங்கள் அவற்றினின்று மாறுபட்டு இருப்பது இவை வேறு இடத்துக்கு இடம்பெயர்ந்து உள்ளமையைக் காட்டும்.



அனற்பாறை முதன்முதலாக உருகிய நிலையில் இருந்து குளிர்ந்து இறுகியபோது புவியின் வலிவான காந்த ஆற்றலுக்கு உள்ளாகிச் சிறிது காந்தவிசையைப் பெறும். இது வெப்பக் காந்த எச்ச முறைப்படி (thermo remnent process of magnetisation) நிகழ்கிறது. பாறையால் இவ்வாறு பெறப்பட்ட காந்த ஆற்றல் அப்பாறை உண்டானபோது புவியிலிருந்து துருவ நிலைகளுக்குத் தொடர்பு உண்டாக்கி நெறிப்படுகிறது. இந்த மூலக்காந்த நெறிப்பாடு (alignment) அப்பாறை பின்னர் இடம்பெயர்ந்து உடைந்து சிதறிய பின்னரும் பிரிந்த துண்டுகளில் மாறாமல் அப்படியே தங்கியிருக்கிறது. பாறைத்துண்டு நிரந்தரக் காந்தத் துண்டு போல் விளங்குகிறது. ஆகவே பாறைகளில் காணப்படும் பண்டைய மூலக்காந்த விசைக் கோடுகளின் திசைகளை வரைபடமாக வரைந்து பார்த்தால் அப்பாறை உண்டானபோது புவியின் துருவங்கள் எந்த இடத்தில் இருந்திருக்கக்கூடும் எனக் கண்டுபிடித்து விட முடியும்.

1960ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்து, ஆஸ்திரேலியா நாட்டு புவிச் காந்தவியல் வல்லுநர்கள் தென் அமெரிக்காவிலும் ஆப்பிரிக்காவிலும் பண்டைய பாறைகளின் காந்த விசைகளை வரிசைப்படுத்தி ஆய்வு நடத்தினர். இந்த ஆய்வுகள் கண்டறிபெயர்ச்சிக் கொள்கையை ஆதரிக்கும் வகையில் இருந்தது. தென் அமெரிக்காவையும் ஆப்பிரிக்காவையும் தெப்பங்களைப் போல் இழுத்து ஒன்றாகப் பினைத்தால் இரண்டு கண்டங்களின் பாறைகளிலும் காணப்படும் காந்த வலமேறகு ஆப்பிரிக்காவில் இருந்திருக்கும் காட்டியது. இதற்கு நடை ஆதாரமாக அந்த உயிரியின் ஆண்டுகளுக்கு முன் இன்றைய (பாறைகளை மூடியுள்ள பனிக்கட்டி போல் பெரிய பனியாறுகள் இருந்ததை நிலப்பொதியியல் வல்டு உறுதிப்படுத்தியுள்ளனர்.

பாறைகளின் நிலைக் காந்தத் தன்மையும், அவற்றின் மாறுபட்ட காந்த ஏற்புத்திறனும் சோத்து புவிமேற்பரப்பில் உள்ள பாறைகளில் காந்த விசைக் கோடுகளின் அடர்வை ஆங்காங்கு மாறுபட வைக்கின்றன. புவிக்காந்த விசைக் கோடுகள் காந்த நுழைமை மிக்க பாறைகள் உள்ள இடங்களில் அடர்ந்து காணப்படும். காந்த அளவி (magnetometer) கொண்டு புவிமேற்பரப்பில் காணப்படும் காந்தவிசை அளவைக் கணக்கிட்டு எதிர்பார்க்கும் அளவுக்கு மாறாக அமைந்துள்ள இடங்களிலுள்ள பாறைகளில் எவ்வெவ் மாற்றங்கள் இருக்கக்கூடும் என்பதை அறிய முடிகிறது. பாறை குறுக்கு

நுழைவு (dyke) பிளவுப் பெயர்ச்சி (faults) இணையூட்ட  
நுழைவுப் பாறைகளின் (sills) தடிப்பு போன்ற  
குறிப்புக்களிலிருந்து திலத்தடி நீரின் பாங்கையும் பல கனிம  
இருப்பு பற்றிய தேடித்தையும் கணக்கிட்டு அறியலாம்.

ம.ச. ஆனந்த்  
துணைநூல். *A.S. Eve and Keys Applied*  
*Geophysics*, Cambridge University Press, 1956.

**பாறைச் சிதைவும் மண் வகையும்**

புவித் தளத்திலுள்ள பாறைகள் இயற்பிய, வேதியியல் செய்கையால் உடைந்து, சிதைவு (weathering) அடையும். சிதைவடைந்த பாறைப் பொருள்கள் ஆற்றுநீர் பனியாறு, காற்று ஆகியவற்றால் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் கடத்தப்படுகின்றன.

மூவகையாக சிதைவு பிரிக்கப்படுகிறது. இயற்பிய சிதைவு, வேதியச் சிதைவு, உயிரியல் சிதைவு. இவ்வனைத்து வகைகளும் இணைந்தே புவித்தளத்தில் இயங்குகின்றன.

இயற்பியல் சிதைவு. இயற்பியல் செய்முறைகளால் பாறைகள் வேதி மாற்றம் அடையாமல் உடைவதை இயற்பியல் சிதைவு எனலாம். இயற்பியல் சிதைவுக்குப் பின் பாறைகளின் உருவம் மாறினாலும் தொகுப்பமைப்பு மாறுவதில்லை. பாறைகளில் சுமை நீங்கி பாறை விரிவடையும் போதும், பாறை இயற்பியல் சிதைவு ஏற்படுகிறது.

பாறைகளால் உடன தாதுப பொருள்களை எளிதில் லவர்த்து வேதிச் சோர்க்கையை ஊக்குவிக்கின்றன. எனவே வெப்பமும் ஈரமும் மிகுந்த நில நடுங் கோட்டுப் பகுதிகளில் இச்செய்கை மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. வேதிச் சிதைவுக்கு நீரின் தேவையை அறிவதற்கு முன் நீரின் சில பண்புகளை அறிய வேண்டும்.

புவித்தளத்தில் காணப்படும் பொருள்களிலேயே நீரே பெருமளவில் உள்ளது. புவித்தளத்தில் காணப்படும் கூட்டுப் பொருள்களில் நீர் மட்டுமே இயற்கையில் நீராவி, நீர்ம, திண்ம நிலைகளில் கிடைக்கிறது. நீரின் கரையும் தன்மை, பரவும் தன்மை ஆகியவை ஏனைய நீர்மங்களை விட நீரில் மிகுதியாய் உள்ளன. இது ஆவியாகும் போது உயர் வெப்பத்தை தருகிறது. உறையும் போது சுன அளவில் 10% அதிகரிக்கிறது.

புவித்தளத்தில் ஏறத்தாழ 5 கி.மீ. ஆழத்தில் நீர் காணப்படுவதால் அங்குள்ள தாதுப் பொருள்கள் வேதி மாற்றமடைந்து புதிய பொருள்களாக மாறுகின்றன. வேதியியல் சிதைவு ஆக்சிஜனேற்றம் (oxidation), கார்பனாக்கம் (carbonation), நீர் கொள்ளல் (hydration), நீரின் சேர்க்கை (hydrolysis), கரைதல், தனிமங்களின் இடமாற்றம் (base exchange) ஆகிய முறைகளில் ஏற்படுகிறது.

**உயிரினச் சிதைவு (biological weathering).** விலங்கு, பறவை, தாவரம் மற்றும் மனித இனத்தின் செய்கையால் தோன்றும் சிதைவு உயிரினச் சிதைவு எனப்படும். ஏனைய சிதைவுகளோடு ஒப்பிடும் போது உயிரினச் சிதைவுகளால் ஏற்படும் அழிவு மிகக் குறைவாகும். பாறைகளின் இடுக்கில் படிந்துள்ள மண்ணில் வளரும் செடிகளின் வேர்கள் கீழ்தோக்கி ஊடுருவிச் செல்வதால் பாறைகள் பிளவுபடுகின்றன. பெரிய மரங்களின் வேர்கள் தீண்ட தொலைவிற்குச் சென்று நிலத்தைப் பிளக்கின்றன. வேர்களின் வழியாக காற்றும் நீரும் மிக ஆழத்திற்கு கொண்டு செல்லப்படுவதால் கீழ் அடுக்கில் உள்ள பாறைகளில் வேதிச் சிதைவு ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. மேலும் தாவர வேர்கள் உற்பத்தி செய்யும் செல்ரசம் (humid acid) நீர்த்த அமிலமாதலால் அது பாறைகளில் வேதிச் சிதைவை ஏற்படுத்துகிறது.

தாவரங்களைப் போலவே பறவைகளும் விலங்குகளும் வானிலைச் சிதைவுக்கு காரணமாகின்றன. பறவைகள் நிலத்தைக் கிளறி குழிகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எலி, நண்டு போன்றவை நிலத்தில் வளைகளை அமைப்பதால் சில சமயம் ஆற்று ஓரம், ஆற்றங்கரை ஆகியவையும் சரிந்து விடுகின்றன. எறும்பு, மண்புழு, கரையான் போன்றவை நிலத்தைச் சிறிது சிறிதாக அரிக்கின்றன. சில கடல் வாழ் விலங்குகளிலிருந்து சுரக்கும் நீர்மங்கள் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைச் சிதைக்கின்றன.

சிதைவைப் பாதிக்கும் காரணிகள். புவித்தளத்தின் சில இடங்களில் இயற்பியல் சிதைவு மிகுதியாகவும் சில இடங்களில் வேதிச் சிதைவு மிகுதியாகவும் காணப்படும். சிதைவின் வகையும் அதன் தீவிரமும் பல்வேறு காரணிகளைப் பொறுத்தமையும். அவற்றுள் மூலப்பாறை, காலநிலை, தாவரம் மற்றும் விலங்கினங்கள் நிலத்தோற்றம், காலம் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

சிதைவினால் ஏற்படும் விளைவுகள். சிதைவால் பாறைகள் வலிமையிழந்து சிதைகின்றன. சிதைவு எதுவரை ஏற்படுகிறதோ அதற்குச் சிதைவு மண்டலம் (zone of

weathering) என்று பெயர். இம்மண்டலம் ஏறத்தாழ தரையிலிருந்து 30 மீ. ஆழம் வரை காணப்படுகிறது. நிலநீர் மட்டத்திற்கு கீழ் பெரும்பாலும் சிதைவு ஏற்படுவதில்லை.

தரையில் உள்ள பாறைகள் சிதைவடைவதால் ஆறு, பனியாறு, காற்று போன்றவற்றால் எளிதில் அரிக்கப்பட்டுக் கடத்தப்படுகின்றன. எனவே, புவியில் காணப்படும் அரிப்புச் செய்முறைகள் யாவும் சிதைவோடு தொடர்புக் கொண்டுள்ளன. பருப் பொருள்களின் அசைவுக்குச் (mass movement) சிதைவே முதல் படியாகும். சிதைந்த பொருள்கள் புவியீர்ப்பு விசையினால் சரிவுகளில் நகர்கின்றன.

சுண்ணாம்புப் பாறை, டோலமைட், ஜிப்சம் ஆகியவை கீழ் அடுக்காக உள்ள பகுதிகளில் கரைதல் செய்கை தீவிரமாக உள்ளமையால் நிலத் தோற்றம் விரைவில் தாழ்ந்து விடுகிறது. சிதைவின் வேறுபாட்டால் நிலத்தோற்றங்கள் சில புதியனவாகவும் சில மாறுபட்டும் அமைகின்றன. சான்றாகப் பாறைக் கட்டடங்கள் (stone lattice), தேன் தட்டுப்பாறை (honey combed rock), அடுக்கு வரி இழை (stratification rib) போன்றவை மெல்லிய அடுக்கு கொண்ட பாறைகளில் சிதைவால் தோன்றும் அமைப்புகளாகும்.

வேதிச் சிதைவால் சுண்ணாம்பு பாறை, டோலமைட் ஆகியவை அமைந்த பகுதிகளில் நிலத்தோற்றங்கள் பல மாறுதல்களை அடைகின்றன. இப்பாறைகள் கீழ் அடுக்கில் இருப்பின் இவை நீரில் கரைந்து பீடப்பாறைகளும் (pedastal rocks) காளான் பாறைகளும் தோன்றுகின்றன. இப்பாறைகளில் நீர்ப்புகுந்து செல்லும் போது தாதுக்கள் கரைவதால் மண் தூண்கள் தோன்றுகின்றன. மைய இமயமலையில் ஸ்பிரிட்டி (spriti) என்னுமிடத்தில் உள்ள வண்டல் படிவுகளில் இத்தகைய மண்தூண்கள் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகச் சிதைவால் ஏற்படும் விளைவுகளில் மண்ணின் தோற்றம் மிக இன்றியமையாததாகும்.

### மண் வகைகள்

மண் என்பது பாறைகள் சிதைவடைந்து தோன்றுவதாகும். இது புவியோட்டின் மேற்பரப்பில் ஒரு மெல்லிய அடுக்காகக் காணப்படுகிறது. பாறைத்துகள் சிதைவடைந்து சிறு துகள்களாகக் (regolith) காணப்படும். சிதைவடைவதால் மட்டும் பாறைகள் மண்ணாகி விடுவதில்லை. உயிரினங்களின் செய்கையும், மக்கிய தாவரங்களின் சேர்க்கையும் இருந்தால் மட்டுமே பாறைத்துகள் சிதைவடைந்து நாளடைவில் மண்ணாக மாறும். பாறை, மண்ணாக மாறுவது அப்பாறையின் படி அமைப்பு, தாதுப் பொருள், வேதிப்பொருள் தொகுப்பமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது.



மண்ணில் கலந்திருக்கும் தாதுப் பொருள்களில் குவார்ட்ஸ், அலுமினியம் சிலிகேட், இரும்பு, ஆக்சைடு ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இவற்றைத் தவிர தாவரங்களுக்கு உணவாகப் பயன்படுவதும் உயிரினப் பொருள்களில் இருந்து உற்பத்தி செய்யப்படுவதுமான நைட்ரஜன், கந்தகம், பாஸ்பரஸ் போன்றவையும் மண்ணில் கலந்து காணப்படும் முதன்மைத் தாதுக்களாகும். மண்ணில் காணப்படும் ஏனைய தனிமங்களில் கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம், மக்னீசியம் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கன. இதைத் தவிர போரான், மாங்கனீஸ், அயோடின் ஆகிய தனிமங்களும் குறைந்த அளவில் மண்ணில் கலந்துள்ளன. மண் தோன்றுவது காலநிலை, நிலத்தோற்றம், உயிரினங்களில் மூலப்பாறை, காலம் ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்து அமைகின்றது.

### மண் வகை

புவி அமைப்பியலின் படி மண்ணை 1. எஞ்சிய மண் (residual soil), 2. கடத்தப்பட்ட மண் (transported soil) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

**எஞ்சிய மண்.** இதை நிலைத்த மண் எனவும் கூறலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட பாறையிலிருந்து தோன்றி அதே இடத்தில் படர்ந்திருப்பதாகும். இத்தகைய மண்ணில் மூலப்பாறையின் பண்புகள் காணப்படும். சான்றாகச் சுண்ணாம்புப் பாறைப் பகுதியில் சுண்ணாம்பு மண்ணும், மணற்பாறைப் பகுதியில் மணற்பாறை மண்ணும் காணப்படும்.

**கடத்தப்பட்ட மண்.** ஆறு, பனியாறு, காற்று, கடல் அலை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதொரு பகுதிக்குக் கடத்தப்பட்டு படிந்துள்ள மண் அப்பகுதிகளின் மூலப்பாறையினின்று வேறுபடுகிறது. இவ்வகை மண்ணைக் கடத்தப்பட்ட மண் எனலாம். கடத்தப்பட்ட மண்ணுக்கு வண்டல் மண், பாலைவன மண், ஏரிமண், பனியாற்று மண் ஆகியவற்றைச் சான்றுகளாகக் கூறலாம்.

மண் அடுக்கின் கணமும் மண்ணின் முதிர்ச்சியும் கால அளவைப் பொறுத்துள்ளது. நீண்ட காலச் சிதைவால் முதிர்ச்சியடைந்த மண்ணில் அடுக்குகள் முழுமையான வளர்ச்சி பெற்றிருக்கும். எனவே மண்ணின் வயதை அறிவதற்கு மண் அடுக்குகளின் அமைப்பு உதவுகிறது. மண்ணை மண்டல மண், உள் மண்டல மண், மண்டலமற்ற மண் என்றும் வகைப்படுத்துவர்.

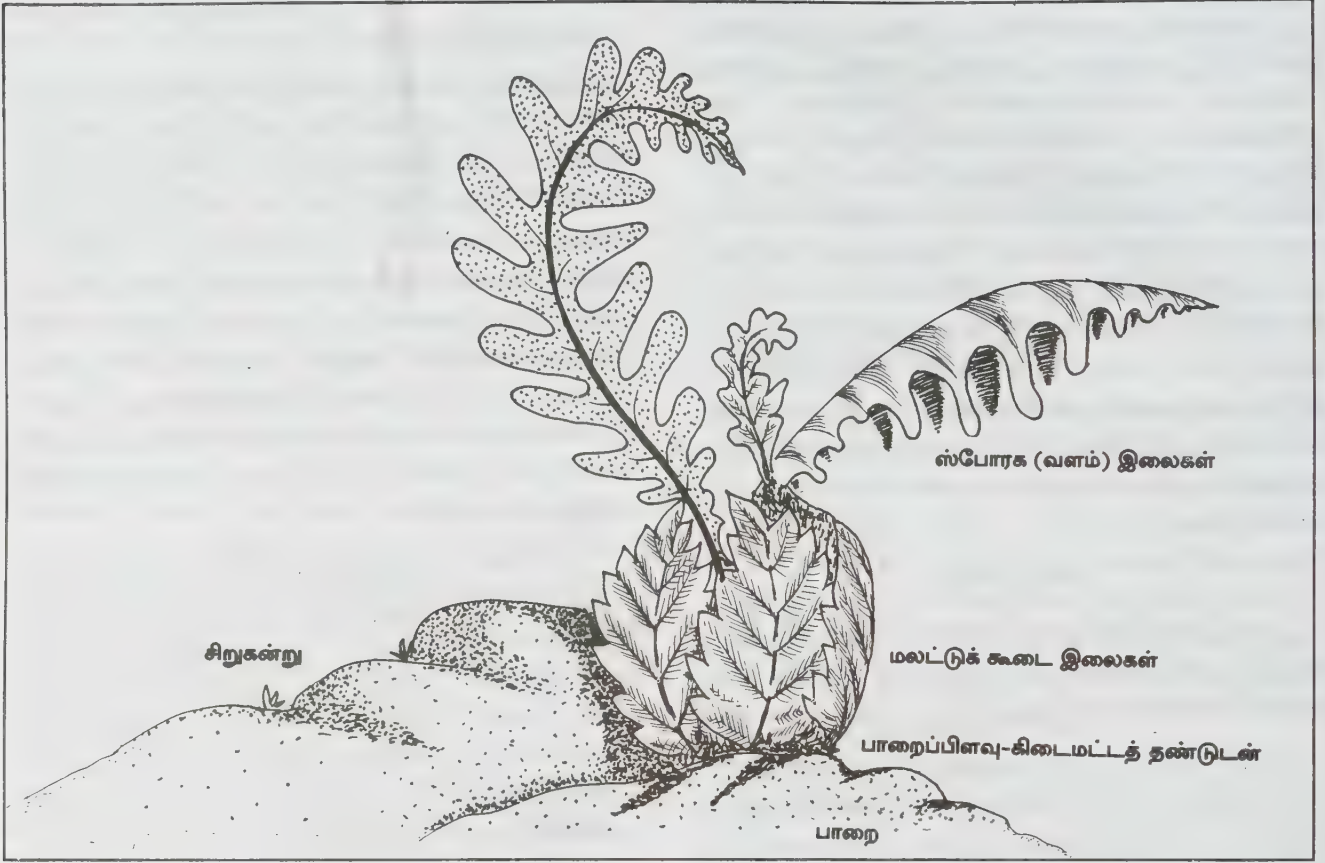
மு. இராமச்சந்திரன்

### பாறைத் தாவரம்

பாறைகள் மீது வளரும் தாவரங்கள் பாறைத் தாவரங்கள் (lithophytes) எனப்படும். மண் தளம் சமமாகவும், சீராகவும், பெரும் பரப்பைக் கொண்டும் இருப்பதால் அதில் வளரும் செடிகளில் வேறுபாடுகள் குறைவாகக் காணப்படும். ஆனால் கற்கள், பாறைகளாலான நிலத்தில் குழிகளும் பிளவுகளும் மேடு பள்ளங்களும் மிகுதியாகக் காணப்படும். இச்சூழலில் ஒரு தொகுப்பிலேயே பலவகை அமைப்புகளைக் கொண்ட செடிகள் காணப்படுவதுண்டு. மேலும் இவ்வமைப்புகள் ஒன்றுக் கொன்று தொடர்புடையதாகவும் இருக்கும். வேறுபட்ட நுண் தப்பெப்ப நிலைகளைக் கொண்ட மலைப்பாங்கான பகுதியில் தாவரத் தொகுதிகள் தனித்தனியாகவும், ஒன்றோடொன்று கலந்தும் காணப்படும்.

பாறைகள் அல்லது சுவர்களின் பரப்பு, சூரிய ஒளியைப் பெறுவதைப் பொறுத்து அவற்றில் காணப்படும் தாவரத் தொகுதிகள் வேறுபாட்டையும், அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள இரு பாறைகளின் தாவர வளம் பெரும் வேறுபாட்டை அடைவதுண்டு. அதுபோல மலைகளின் பக்கங்கள் சூரிய ஒளியைப் பெறும் நிலை அல்லது பெற முடியாத நிலையைப் பொறுத்தும் தாவர வளம் வேறுபடும். மலைகளின் சரிவு தன்மையும் தாவர வளத்திற்குக் காரணமாகலாம். பாறை முகப்புகளின் சரிவு செங்குத்தாக இருக்கும் போது தாவர வளம் அற்று கல் தளம் தெளிவாகத் தெரியும். பாறைத்தளம் கிடைமட்டமாக அல்லது சற்றே சாய்வாக இருக்கும் போது குப்பை, மட்கு, மண் முதலியவை படிந்து கல் தளம் மூடப்படும். இதனால் பாறைமீது மெல்லிய மண்படலம் படிந்து செடிகள் வளர வழியேற்படும். பாறைத் தாவரங்களைப் பற்றி அறியப் பாறையின் கடினத்துவம், உடையும் பாங்கு, அடர்த்தி, அதன் உட்கூட்டுப்பொருள் பற்றி தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

கருங்கல், சுண்ணாம்புக்கல், பலகைக்கல், கடப்பைக்கல், செம்பூரான் கல் முதலியவற்றின் தன்மை வேறுபடுவதுண்டு. பாறைத் தளத்தில் நீரோட்டத்தையும் கவனிக்க வேண்டும். பாறைகள் நிறைந்த மலைப்பாங்கான நிலத்தில் வறள் நிலத் தாவரங்களும் (xerophytes), இடை நிலைத் தாவரங்களும் (mesophytes) கலந்து வளர்வதைக் காணலாம். பசுமையான செடிகளைக் கொண்ட மட்குகளோடு கூடிய பிளவுகளும் பாறைகளில் காணப்படும். பாறையின் ஒருபுறம் வறண்டிருக்க, மறுபுறம் நீர் மெதுவாகச் சொட்டிக் கொண்டிருக்கும். மேலும் பாறையின் ஒருபுறம் வேகமான காற்றை நோக்கியிருக்க, மறுபுறம் பாதுகாப்பான செடிகளோடு காணப்படுவதுமுண்டு.



### பறவைகூடு பெரணி

பாறையிலும், மலைப்பாங்கான பகுதியிலும் காணப்படும் தாவரங்களின் இனம், அமைப்பு முதலியவை மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். முதலில் தோன்றிய தாவர இனங்கள் சூழ்திலையில் ஏற்படுத்தும் மாறுதல்களால் அடுத்த வகையினங்கள் அங்குத் தோன்றி, முன் தோன்றிய இனங்களை இடப்பெயர்ச்சி செய்து விடுகின்றன. இக்காரணத்தால் பாறையில் வளரும் செடிகள் பற்றி ஆய்வது சிக்கலாகவே உள்ளது. ஒட்லி என்பார் பாறையின் மீது வளரும் தாவரங்களையும் (petrophytes), பாறையின் மீது நேரிடையாக வளர்பவற்றையும் (lithophytes), பாறைகளின் பிளவுகளிலும், பள்ளங்களிலும் சேர்ந்துள்ள மண்ணில் வளரும் தாவரங்களையும் (chasmophytes) ஆய்ந்து வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

உண்மையான பாறைத் தாவரங்கள் என்பன செங்குத்தான மொட்டைப் பாறைகளில் வளரும் தாவரங்கள் ஆகும். இவை பொதுவாகப் பூவாத்தாவரப் பிரிவைச் சேர்ந்தவை ஆகும். சிறப்பாக ஆல்கே, மாஸ், லைகன் முதலியவை இச்சூழ்திலையில் வளரக்கூடியவை. பாறைப்பரப்பின் வண்ணத்திற்குக் காரணமாக அமைபவை அவற்றில் வளரும்

ஆல்காக்களே ஆகும். ஸ்காண்டிநேவியா மற்றும் ஆல்ப்ஸ் பாறைகளில் நீலப்பசும்பாசி கருப்பு வரிகளாகப் பல மீட்டர் நீளத்திற்குச் செல்வதைக் காணலாம். டிரண்டிஃபொலியா என்னும் ஆல்காவின் சிற்றினங்கள் வளர்வதால், பாறைகள் சிவப்பாகவோ மஞ்சளாகவோ காணப்படுவதுண்டு. இந்த ஆல்கா வகைகள் பசை மூலம் தங்கள் உடலத்தைப் (thallus) பாறைகளுடன் இணைத்துக் கொள்கின்றன. காற்றில் காணப்படும் ஈரப்பசையே இவற்றிற்குப் போதுமானது. லைகன், பாறையின் உருமாற்றத்தில் பங்கு கொள்வதுண்டு. பாறையின் மீது முதலில் தோன்றும் லைகன் பாறையோடு ஒட்டி வாழும். எ-டு: லிகனோரா (lecanora), லெசிடீயா (lecidia), பயடோரா (biotora). இந்த லைகன்கள் சுவாசிக்கும் போது வெளிப்படும் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீருடன் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலம் தோன்றுகிறது. அது சிறிது சிறிதாகப் பாறையைக் கரைக்கச் செய்யும். இவ்விதமாகக் கடினப்பாறையில் மண்ணுடன் கூடிய சிறு பள்ளங்கள் தோன்றும். அவற்றில் இரண்டாம் நிலை லைகன்கள் வளரத் தொடங்கும். எ-டு: பார்மீலியா, சான்தோரா, கைரோஃபோரா. இவற்றை அடுத்து வறள் வகை மாஸ்களான கிரிம்மியா, ஆண்ட்ரியே முதலியன தடித்த மெத்தை போன்ற



அமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும். இவை கோடைக்காலத்தில் மடித்து பாறைகள் மீது ஏடு போல் இருக்கும். மழைக்காலத்தில் நீரை உறிஞ்சி புதுத் தாவரங்கள் வளரவும் வழி வகுக்கும்.

பொதுவாகப் பாறைத் தாவரங்களைப் பொறுத்தவரையில் கல், தாங்கும் தளமாக மட்டும் செயல்படுகிறது. இத்தாவரங்களுக்குத் தேவையான நீர், மழை, உருகிய பனி முதலியவற்றிலிருந்து கிடைக்கிறது. மேலும் செடிகளுக்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருள்களை வளிமண்டலத்திலிருந்து பெறுகின்றன. காற்றால் கொண்டு வரப்படும் தூசி, மண், மட்கு முதலியவை பாறைத் தாவரங்களுக்கு உணவாகின்றன. பாறையின் புற தட்பவெப்பம் பெருமளவில் மாறக்கூடியது. உயர் வெப்ப நிலையில், வெப்பம் 50° - 60°C வரை செல்வதுண்டு. ஆனால் இரவு மிகவும் குளிர்ச்சியாக மாறிவிடுவதால் பாறைத் தாவரங்களின் தகவமைப்பு இவ்வேறுபட்ட சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு இருக்க வேண்டும். பாறைத் தாவரங்களிலும் இட நெருக்கடி, உணவு, நீர், காற்று முதலானவற்றுக்கான போராட்டம் உண்டு. இதனால் ஒரினம் பிறிதோர் இனத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்ய முனையும். பாறைகளில் பொதுவாகப் பூக்கும் தாவரங்களைக் காண்பதரிது. இதற்குக் காரணம் இச்செடிகளின் வேர்கள் ஆழமாக வேருன்றப் போதுமான சூழ்நிலை இராமையேயாகும்.

பாறைப் பிளவுத் தாவரங்கள் பலவகைகளில், உண்மைப் பாறைத் தாவரங்களிலிருந்து மேம்பட்டுள்ளன. பிளவுகளின் ஆழம், அகலம் முதலியவற்றைப் பொறுத்தும், அவற்றில் சேரும் பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்தும் தாவர இனங்களின் வகை மாறுபாட்டையும் அடையும். மட்குச் சத்து மிகுந்து காணப்பட்டால், மண்புழுக்கள் பெருகி மண்ணைக் குடைந்து செடிகள் நன்கு வளர வழி செய்யும். இச்சூழலில் வளரும் செடிகளின் வேரி (rhizoids) அல்லது வேர் மெல்லியதாக, ரிப்பன் போன்ற பாறைகளின் இடுக்குகளில் வளரும். பொதுவாக இச்செடிகளின் கிளைகள் வேரை அடுத்தே காணப்படுவதால் செடிகள் கொத்துக்கொத்தான அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். சதைப்பற்றான தாவர இனங்களையும் இப்பாறை வெடிப்புகளில் காணலாம். எ - டு: சீடம், ரோடியோலா, ஐசூன்.

வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில், வளி மண்டல ஈரப்பசை மிகுதியாக இருப்பதாலும், மூடுபனி சூழ்ந்திருப்பதாலும், பெருமரங்கள் திழலைத் தருவதாலும், அங்குள்ள பாறைகளின் தாவர வளம் வேறுபட்டிருப்பதைக் காணலாம். மாஸ், பெரணி, பூக்கும் தாவரங்கள் ஆகியவற்றை இங்குக் காணலாம். பொதுவாக இவை ஒரு பருவச் செடிகளாக இருப்பதில்லை. மேலும் இவற்றில் பல, இடைநிலைத் தாவரங்களாகும்.

தென்னிந்திய அடர் காடுகளிலுள்ள பாறைகளில் ஒரு வகைப் பெரணி வளர்வதைக் காணலாம். இதனைப் பறவைக் கூட்டுப் பெரணி என்றும் கூறுவர். இப்பெரணி முதலில் பாறைகளின் பிளவுகளில் வளரத் தொடங்கும். இவற்றில் இருவகை இலைகள் தோன்றும். முதலில் தோன்றும் இலைகள் அகலமாக, நெருக்கமாக, அடுக்கிய நிலையில் கூடை போல் தோன்றும். இவ்வமைப்பில் குப்பைகூளம், மட்கு, கூளம், மண் முதலியவை சிறிது சிறிதாகச் சேரும். பின்னர் இது மழை நீருடன் சேர்ந்து அப்பெரணிக்கு நல்ல ஊட்டப்பொருளாக மாறிவிடும். நாளடைவில் விதைகளைத் தோற்றுவிக்கும் இனப்பெருக்க இலைகள் தோன்றும். இவ்வாறு ஒரு பாறையில் 10-15 செடிக் கூடைகள், ஒட்டிய நிலையிலிருப்பதை காணலாம். பின்னர் பாறையின் பரப்பே தெரியாதவாறு பரவி விடும். மேலும் அரசு, கல் அத்தி, கல் ஆல் போன்ற மரங்கள் முதலில் சுவர்களில் அல்லது பாறை இடுக்குகளில் வளரத் தொடங்கிப் பிறகு நிலத்தில் வேருன்றும். நிலத்தோடு தொடர்பு இல்லாமல் வாழக்கூடிய பாறைத் தாவரங்கள் பல வகைகளில் தொற்று தாவரங்களை (epiphytes) ஒத்திருப்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

துணைநூல். Warming, *Oecology of Plants*, Oxford Clarendon Press, 1909.

## பாறை நீரியல்பு

புவியின் கற்கோளத்தைப் பாறை பிளவுப் பகுதி, பாறை நெகிழ்வுப் பகுதி எனப் பகுக்கலாம். உள் உருமாறுதல் மூலம் துளையிடங்களை மூடுவதற்குத் தேவையான அழுத்தத்தை விடக் குறைவான அழுத்தம் கொண்ட பாறைகளினால் ஆனது பாறைப் பிளவு பகுதி ஆகும். பாறை நெகிழ்வுப் பகுதி, பாறைப் பிளவு பகுதிக்கு கீழ் அமைந்திருக்கும். இப்பகுதியில் துளையிடங்கள் இல்லாமலோ மிகக் குறைந்த அளவிலோ இருக்கும். இதனுள் அமைந்த நீர் உள்நீர் (internal water) எனவும் பாறைப் பிளவுகளில் உள்ள நீர் இடுக்கு நீர் (interstitial) எனவும் குறிக்கப்படும். பாறைப் பிளவுப் பகுதி நிறை செறிவுப் பகுதி (zone of saturation), காற்றாட்டல் பகுதி (zone of aeration) என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. செறிவுப் பகுதியில் உள்ள இடுக்குகள் நிலை நீரழுத்தம் (hydrostatic pressure) கொண்ட நீராலும், காற்றாட்டல் பகுதியில் அமைந்த இடுக்குகள் நீராலும், காற்றாலும் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நிறை செறிவுப் பகுதியிலமைந்த நீரைப் பொதுவாக ஊற்று நீர் அல்லது நில நீர் என்பர். காற்றாட்டல்

பகுதியில் உள்ள நீரைத் தொங்கு நீர் (suspended water) என்பர். இது மண் நீர்ப் பகுதி (soil water), இடைப்பகுதி, நுண்புழைப் பகுதி என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

அகழ் கிணறுகளிலும், துருவத் துணைக் கிணறுகளிலும் நிலத்தடி நீர் தக்க சூழ்திலைகளில் ஊற்றாக வழிகிறது. நில நீர் பாறைகளின் உட்புழைகளில் தொடர்ந்து ஓடிக் கொண்டே இருக்கும். நீர் தங்கியுள்ள பாறை அமைப்பை நீர் நிறைப் படுகை (aquifer) என்பர். நீர் அடர் பகுதியின் மேல் பரப்பையே நில நீர் மட்டம் (water table) என்பர்.

பாறைகளின் புரைமையும் (porosity) நுழைமையும் (permeability) நிலநீர் ஓட்டத்திற்கு மிகவும் இன்றியமையாதன. பாறையின் உட்புழையான கன அளவுக்கும், மொத்த கன அளவுக்கும் உள்ள விகிதம் புரைமை எனப்படும். நீர் உட்புழைகளில் புகுந்து, புலக் கவர்ச்சியினால் கீழே ஊர்ந்து செல்லும். புரைத்துளைகள் மிக நுண்ணியவாக இருப்பின் நீரியக்க அழுத்தத்தால் நீர் ஓடமுடிவதில்லை. பெரிய உட்புழைகளில் நீர் எளிதில் ஓடும். ஆகவே களிமண்ணில் புரைமை மிகுந்து இருப்பினும் புழைகளின் தன்மையால் இதனூடே நீர் புகுந்து ஓடுவதில்லை. பாறையின் நுழைமை அதனூடே நீர் புகுந்து செல்லும் திறனைப் பொறுத்து அமைகிறது. மணல், சரளைக்கல் ஆகிய படிவுகளில் புரைமையும், நுழைமையும் மிகுந்து காணப்படும்.

புரைமையே இராத அடர்ந்த பாறைகளிலும் பிளவுகள், பாறைத்தளங்கள் போன்ற உட்புழைகள் இருப்பின் அவற்றினுள் நீர் புகுந்தோடும். அத்தகு பாறையின் நீர்ப்புகு (pervious) பாறைகள் என்பர். இவ்வாறு பலவித உட்புழைகள் பாறைகளின் நிலப்பரப்பிலிருந்து ஒரு சில நூறு மீ. ஆழம் வரை தென்படுகின்றன. மிகுந்த ஆழங்களில் பாறைகளின் அழுத்தமே இத்தகைய உட்புழைகளை மூடிவிடுகிறது. பாறைகளில் 2000 மீ. ஆழத்திலும் கூட நீர் புகுந்தோடும் பிளவுகளைக் கண்டுள்ளனர். களிமண் (clay), களிப்பாறை, சுண்ண மண் (marl), பிளவுகள் இல்லாத அனற் பாறை, செறிவான சுண்ணபாறை, சிலவகை நசிவு எச்சப்படிவு (residual deposit) போன்றவற்றில் நீர் எளிதில் புகுவதில்லை. பல ஆற்றடி மணல் படுகைகள் சிறந்த நீர் நிறைப் படுகைகளாகத் திகழ்கின்றன. கெட்டியாகாத படுகைகளிலும் மண் உகலியக்கத்தால் நசிக்கப்பட்ட (weathering) பாறைகளிலும் நன்னீர் காணப்படுகிறது. மணற் பாறைகள் போன்ற படிவுப் பாறைகளிலும் ஓரளவிற்கு நிலநீர் பாங்கு காணப்படுகிறது. கருங்கல், வரிப்பாறை, குவார்ட்சைட் போன்ற படிபப் பாறைகளில் பெரும்பாலும் புரைமை இருப்பதில்லை. ஆனால்

இவற்றில் ஒன்றோடு ஒன்று தொடர்புள்ள வெடிப்பு, பிளவு, இணைப்புத்தளம் போன்றவை இருப்பின் அவற்றில் நிலநீர் பாங்கு காணப்படும். செறிவான தாவர வளம், நல்ல மழை, மென்மையான சரிவு, தக்க நீர் பிரிநிலம் ஆகியவை (water shed) இருக்குமானால் அப்பகுதியில் மழைநீர் உள் ஊறி நிலநீராகப் பாறைகளில் தேங்கி நிற்கும்.

பசாஸ்ட் பாறைகளில் உட்புழைகளும், செங்குத்தான பிளவுகளும், பாறைக்குழம்பு ஓட்டங்களுக்கு இடையே அமையும் வெளியிடத் தளங்களும் உள்ளன. பாறைக்குழம்புப் படலங்களுக்கு இடையே எரிமலைச் சாம்பல் படிவுகளும், இடைப்பட்ட படிவுப் பாறைகளும் இருக்கும். இவை நில நீர் பாங்குக்கு ஏற்றவை. படிக வயச் சுண்ணப் பாறைகளில் (சலவைக்கல்) காணப்படும் பிளவுகளும் உட்புழைகளும் கார்பானிக் அமில நீரில் (carbonic acid water) கரைந்து பெரியவையாக இருக்கும். இவை ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டும் பாறை குகைகளை இணைத்தவாறு இருக்கும் போதும் அங்கு நிலநீர்த் தேக்கமும் ஓட்டமும் காணப்படும். ஆனால் அப்பகுதியில் நீரின் காரத்தன்மை மிகுந்திருக்கும். சுண்ணப்பாறை வய நிலத்தில் உள் அமிழ்வு கொண்ட சில இடங்களில் ஏற்படும் குழிகளில் நீர் உள்ளே சென்று நிலத்தடியில் ஆறாக பாய்ந்து ஓடுவதும் உண்டு.

படலப்பாறை (schist), பில்லைட் (phyllites) மற்றும் சில வகை பாறையில் கூடப் போதிய அளவுக்கு வெளியிடங்கள் காணப்படுகின்றன. கிரேனைட்டுகளில் உள்ள பாறைப்பிளவுகளும், வெடிப்புகளுமே நிலநீருக்கு ஏற்ற உறைவிடங்களாகும். குறுக்கு நுழைவுப் பாறை (dykes) தானாகவே நீர்ப்புகுந்தன்மை பெற்றிராத போதிலும் ஏனைய நசிக்கப்பட்ட படிப வயப் பாறைகளிலும் படிவுப் பாறைகளிலும் நிலநீர்த் தேக்கங்களை உருவாக்க வல்லது.

ஊற்று நீரின் அளவினைப் போன்ற அதன் தரமும், உயர்ந்திருக்க வேண்டும். ஊற்று நீரின் பயன்கள் பெருகுவதால் அதன் தரம் குறைகிறது. ஊற்று நீரின் தரம், அது பயன்படும் முறையைப் பொறுத்து வேறுபடும். வேதி இயல்பு மற்றும் நுண்ணுயிரியல் முறைப்படி ஊற்றுநீரின் தரத்தை நிலை நாட்ட அதற்கு வேண்டிய பொருள்களின் அளவு பற்றிய விவரங்களை அறிதல் இன்றியமையாதது.

அனைத்து ஊற்று நீரும் சிறிதளவு உப்புக்கரைசலைக் கொண்டிருக்கும். அதில் கரைந்திருக்கும் உப்பின் அளவு, சூழ்திலை இயக்கம் மற்றும் கிடைக்கும் இடம் இவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இவ்வுப்புகள் பெரும்பாலும் பாறைப் பொருள்களின் கரைசல்களால் உருவாகின்றன. நீர்க்கொள் பாறைகளில் வந்தடையும் நீரின் ஊற்று நீரின் தரத்திலிருந்து



வேறுபட்டிருக்கும். பாறைகளில் அமைந்திருக்கும் வளிமங்கள் ஊற்று நீரில் கரைவதால் அதிலுள்ள கனிமப் பொருள்களும் கரைந்து விடுவதுண்டு. காற்று வெளியில் சிறிய அளவில் படிந்துள்ள உப்புகளைக் கரைத்துக் கொண்டு வருவதால், நிலத்தினுள் செல்லும் மழை நீரால் கூட ஊற்று நீரில் உப்புத்தன்மை ஏற்படலாம். நிலத்தின் வழியே பாயும் ஊற்று நீரில் மழைநீர், நிலப்பரப்பு நீர் இவற்றால் ஏற்படும் இயனிலைத் தேய்ப்பு (weathering) மற்றும் நில அரிப்பு காரணமாக உப்பு சேர்கிறது. மிகுதியான நீர்ப்பாசன நீர் நிலத்தினுள் இறங்குவதாலும் ஊற்றுநீரில் பெரும் அளவில் உப்புகள் கலந்து காணப்படும்.

பயிர்களில் ஆவியாகி வெளியாதலினால் கழிவு நீரில் உப்பு மிகுந்திருக்கும். நிலத்திலுள்ள கரையக் கூடிய பொருள்கள், நில உரங்கள், செடிகளின் உப்பு உறிஞ்சும் தன்மை ஆகியவற்றால் நிலப்பரப்பிலிருந்து கீழிறங்கும் நீரின் உப்புநிலை மாறுபாடு அடைகிறது. எரிமலைப் பாறைகள் வழியே ஊடுருவி வரும் நீரில் கனிமப் பொருள்கள் மிகுந்திருப்பதில்லை. ஏனெனில், அப்பாறைகள் எளிதில் கரைவதில்லை.

வளிமண்டலத்தில் உள்ள கார்பன்-டை-ஆக்சைடு மழைநீரில் கரைந்துள்ளதால் அதன் பொருள்களைக் கரைக்கும் திறன் கூடுதலாகிறது. எரிமலைப் பாறைகளில் உள்ள சிலிகான் பொருள்கள், ஊற்று நீரினால் கரைவதால் அதில் சிறிதளவு சிலிகான் காணப்படுகிறது. எரிமலைப் பாறைகளை விடப் படிவுப்பாறைகள் எளிதில் கரையவல்லவை. நிலத்தில் மேல் பரப்பில் படிவுப்பாறைகள் மிகுந்து இருப்பதாலும் எளிதில் கரைவதாலும் பொருள்கள் மிகுந்துள்ளன. சோடியம், கால்சியம், பைகார்பனேட், கார்பனேட் சல்ஃபேட் போன்றவை ஊற்றுநீரில் பொதுவாக கரைந்து காணப்படும்.

உடன் தோன்றிய நீர், கழிவு நீர், கடலிலிருந்து உட்புகுந்த நீர் இவற்றின் மூலம் ஊற்று நீரில் குளோரைடு கலக்கிறது. பொதுவாக ஊற்றுநீரில் நைட்ரேட் இருப்பதில்லை. இது மிகையாகக் கலந்திருந்தால் வேறு ஏதோ ஒன்றின் மூலமாக, அண்மையிலோ நீண்ட நாட்கள் முன்னதாகவோ ஊற்று நீரின் தரம் கெடுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பதை அறியலாம். சுண்ணாம்புக்கல் அமைந்த பகுதிகளில் ஊற்று நீரில் கால்சியமும், கார்பனேட்டும் பெருமளவில் இருக்கும்.

நீரின் தரத்தைத் தீர்மானிக்க வேதி, இயற்பியல் தன்மைகள் மற்றும் சுகாதார மற்றும் நுண்ணுயிரியல்கள் தொடர்பான அளவுகள் தேவைப்படுகின்றன. பொதுவாக ஊற்று நீரில் அமைந்துள்ள எதிர் அயனிகளும் (anions) நேர் அயனிகளும் (cations) அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

குடிநீருக்குத் தேவையான ஆக்கக்கூறுகளின் மேல் எல்லைகளும் தரப்பட்டுள்ளன.

### கூடுதலான ஆக்கக்கூறுகள் (major constituents)

நேர் அயனிகள்	மேல்எல்லை - ppqm
கால்சியம்	75
மக்னீசியம்	150
சோடியம்	200
பொட்டாசியம்	10

எதிர் அயனிகள்	மேல்எல்லை - ppqm
கார்பனேட்	.001
பைகார்பனேட்	.25
சல்ஃபேட்	200
குளோரைட்	200
நைட்ரேட்	40

### குறைந்த ஆக்கக் கூறுகள் (minor constituents)

இரும்பு	1.0
சிலிகா	0.1
குரோமியம்	0.05
காரீயம்	0.1
பேரியம்	1.0
மாங்கனீஸ்	0.05
செம்பு	1.5

### சிறிதளவு ஆக்கக் கூறுகள் (trace elements)

பேரியம்	.001
ஆர்செனிக்	0.01
காட்மியம்	0.01
செலினியம்	0.01

ஊற்று நீரில் கோலிபாம் (coliform) உயிரணுக்கள் உள்ளனவா என்பது நுண்ணுயிரியல் பகுப்பாய்வு மூலம் கண்டறியப்படும். இது ஊற்று நீரில் கலந்திருந்தால், அது கழிவு நீர்ப் பாய்வோடு கலக்கப்பட்டிருப்பதை உணர்த்தும்.

ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட திட்ட அடிப்படைகளுக்கு ஏற்ற நீரின் தரம் அமைய வேண்டும். குடிநீர், தொழிலகங்களில் பயனாகும் நீர், நீர்ப்பாசன நீர் ஆகியவற்றிற்கு ஊற்று நீரே அடிப்படைத் தேவையாகும்.

தொழில் முறைகளுக்கு ஏற்றாற்போல் அவற்றில் பயனாகும் நீரின் தரத்தின் அடிப்படையில் மாறுபடும். அழுத்தமிடு கொதிகலன்களுக்கான நீரின் தரம் சரியான அளவு அடிப்படையில் இருக்க வேண்டும். ஆனால் வடிகலன்களில் பயனாகும் நீரின் தரம் குறைவாக இருக்கலாம். இதன் காரணமாக பயனுக்குத் தகுந்த தரமுள்ள ஊற்று நீர் கிடைக்கக் கூடுமா என்னும் விவரம் ஒரு தொழிற்சாலை குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிறுவப்படுமுன் ஆராயப்படுகிறது.

பயிர்களிலும் நிலத்திலும் கலந்துள்ள கனிமப் பொருள்களினால் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பொறுத்து ஊற்று நீர் பயன்படுத்தப்படும். நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகள் பயிர் வளர்ச்சிக்கும் பாசன நீரின் தரத்தை வகைப்படுத்தலுக்கும் சோடியம் உப்பின் செறிவு மிக இன்றியமையாதது. சோடியம் நிலத்தோடு கலந்து செயலாற்றி அதன் நீர் உட்புகும் தன்மையைக் குறைக்கிறது. கார்பனேட் எதிர் அயனி வடிவில் பெருமளவில் சோடியம் கலந்துள்ள நிலங்கள், கார நிலங்கள் எனப்படும் குளோரைட் அல்லது சல்பேட் எதிர் அயனிகள் கொண்ட நிலங்கள் உப்பு நிலங்கள் எனப்படும். பொதுவாக இரண்டு வகை நிலங்களும் பயிர் விளைச்சலுக்கு உதவா. சோடியம் விழுக்காடு அதன் ஈர்க்கப்படும் விகிதம் (sodium absorption ratio) மூலம் குறிக்கப்படுகிறது.

பரிந்துரை செய்யப்பட்ட சோடியம் ஈர்க்கப்படும் விகிதம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

சோடியம் ஈர்க்கப்படும் விகிதம்	நீரின் வகுப்பு
10	மிக உயர்ந்தது
10 - 18	சிறந்தது
18 - 26	ஒரளவிற்குள்ளது
26	ஏற்றத்தகாதது.

ஊற்று நீரின் தரம் அது பெருக்கெடுத்த நீரின் தரத்தைப் பொறுத்தது. ஆகவே பெருக்கெடுத்த நீரின் தரத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் முதன்மையானவை. இம்மாறுதல்கள் வேறு புதிய

நீராலோ, குறைந்த தரம் கொண்ட நீராலோ கடல் நீர் உட்புகுதலாலோ தொழிற்சாலைக் கழிவுகளாலோ ஏற்படலாம்.

கே. ஷெஃப்பர்டு

## பாதை பாஸ்பேட்

தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சத்துகளில் ஒன்றாகிய பாஸ்பரேசை மிகுதியாகக் கொண்டது பாறைப் பாஸ்பேட் (rock phosphate) ஆகும். இதை அப்படைட் (apatite) என்றும் கூறுவர். பாறைப் பாஸ்பேட்டில் கால்சியம் பாஸ்பேட் ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) உள்ளது.

அமெரிக்காவில் புளோரிடா என்னுமிடத்திலும், பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள நாரா என்னும் தீவிலும் ஜோர்டான், மொராக்கோ என்னும் இடங்களிலும் பாறைப் பாஸ்பேட் பெருமளவில் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் முசுரி, ஜாமர்கோட்ரா, மேடன், ஜாபுவா, புருலியா, பெரம்பலூர் முதலிய இடங்களிலும் பாறைப் பாஸ்பேட் காணப்படுகிறது. முசுரியில் வெட்டி எடுக்கப்படும் பாறைப் பாஸ்பேட், பாஸ்பேட் மிகுந்த உரமாக விற்பனை செய்யப்படுகிறது.

பயன். பாஸ்பரேசு உரங்களில் பாறைப் பாஸ்பேட்டின் விலை மிகவும் குறைவு. பாறைப் பாஸ்பேட்டில் சராசரியாக 21% பாஸ்பரேசு இருப்பதால் இது ஒரு பாஸ்பரேசு உரமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், பாறைப்பாஸ்பேட்டில் 24.6% டாலமைட் (கால்சியம், மக்னீசியம், கார்பனேட்) என்னும் பொருளும், 2.2% கால்சைட் (சுண்ணகச் சத்து நிறைந்தது) என்னும் பொருளும் இருப்பதால் பாறைப் பாஸ்பேட்டை அமில நிலச் சீர்திருத்தியாகவும் பயன்படுத்தலாம் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

தஞ்சாவூர் மாவட்டத்தில், ஆனி மாதத்தில் நாற்று விட்டுப் புரட்டாசி மாதத்தில் அறுவடை செய்யப்படும் நெற்பயிர் குறுவைப் பட்டத்திற்குரியதாகும். குறுவைப் பட்ட நெல் அறுவடையாகும் போது மழைக்காலமாக இருப்பதால் நெல் வயலில் நீர் தேங்கிநிற்கும். ஆதலால் 15 - 30 செ.மீ. நீளமுள்ள நெற்பயிரின் தாள்களை வயலில் விட்டே அறுவடை செய்வர். இந்தத் தாள்களை உடனே மடக்கி உழுது, தாளடிப் பட்ட நெல் பயிரிடப்படுகிறது. தாள்கள் சிதைந்து மக்கிப் போவதற்கு (decomposition) நீண்ட நாட்கள் ஆகின்ற காரணத்தால், தாளடியில் நடப்படும் நெற்பயிர் விரைவில் பச்சை கட்டுவதில்லை. விளைச்சலும் குறைவாகக் கிடைப்பதாக அறியப்பட்டது. குறுவைத்தாள்கள் உள்ள நிலத்திற்கு



ஹெக்டேருக்கு 250 கி. பாறைப் பாஸ்டீப் இடுவதால் தாள்கள் விரைந்து அழுகித், தாளடிப் பயிர் பெரும் பயனைக் கொடுப்பதாக ஆய்வு முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன.

காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை மண்ணில் நிலை நிறுத்திப் பயிர்களுக்குப் பயன்படுமாறு செய்வதில் அசோலா என்னும் பெரணி வகைத் தாவரம் பெரும் பங்கு கொண்டுள்ளது. அசோலாவின் வளர்ச்சிக்கு பாஸ்டீபரஸ் மிகுதியாகத் தேவை. ஆகவே பாஸ்டீபரஸ் நிறைந்த பாறைப் பாஸ்டீபேட்டை நிலத்தில் இடுவதால், அசோலாவின் வளர்ச்சியைக் கூடுதலாக்கிக் காற்று மண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனை மண்ணில் நிலைநிறுத்திப் பயிர்களின் விளைச்சலை உயர்த்தலாம்.

வேளாண்மையில் பயன்படுத்தப்படும் யூரியா என்னும் உரக் குறுணைக்குக் கந்தகம், அரக்கு, தார், வேப்பம் புண்ணாக்கு, ஜிப்சம் போன்ற பொருள்களில் ஏதாவது ஒன்றை மேல்பூச்சு (coating) செய்து யூரியாவின் பயன்படு திறனைக் (use efficiency) கூடுதலாக்கலாம் என்று அறியப்பட்டுள்ளது. தற்போது யூரியாக் குறுணைகளுக்கு மேல்பூச்சுச் செய்வதற்குப் பாறைப்பாஸ்டீபேட்டையும் பயன்படுத்தலாம் என தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது.

பாறைப் பாஸ்டீபேட்டால் கூடுதல் பயன் அடைய வேண்டுமானால் பாறைப் பாஸ்டீபேட்டை மிக நுண்ணிய துகளாக அரைக்க வேண்டும். அமில நிலத்திற்கு இடப்படும் போதும், கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்களுடன் இடப்படும்போதும் பாறைப் பாஸ்டீபேட்டின் பயன்படுதிறன் கூடுகிறது.

த. இராமலிங்கம்

## பாறையடுக்குப் பெயர்

பாறைகளில் பதித்துள்ள புவிவரலாறு புவிப் பொருக்கிலுள்ள அடுக்குப் பாறைகள் தோற்றம், அவை பொதிந்துள்ள முறைமை, வெவ்வேறு பாறை அடுக்குகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு மற்றும் சீரமைப்பு இவற்றை ஆய்வதே நிலப் பொதியியலின் ஒரு பிரிவாகிய நில அடுக்கியல் அல்லது பாறையடுக்கியல் (stratigraphy) என்னும் அறிவியல் துறையின் நோக்கமாகும். நில அடுக்கியல் துறை தொல்லியியல் (palaeontology), பாறைப்படிவு இயல் (sedimentology) ஆகிய அறிவியல் துறைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது.

மழைநீர் முதன் முதலில் பெய்யத் தொடங்கிய அன்றே புவி வரலாறு பாறைச் சுவிடிகளில் பதிவாகத் தொடங்கியது.

நிலஅரிப்பும் (erosion) உடன் தொடங்கியது. படிவுப் பொருள்கள் நீர்த் தேக்கங்களுக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டன; தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் உயிரற்ற உடல்கள் புதையுண்டு பாதுகாக்கப்பட்டன. படிவுப்பொருள் ஓரிடத்தில் சேறாகவும், மற்றோர் இடத்தில் மணலாகவும், வேறு சில இடங்களில் கூழாங்கற்களாகவும் அமையும். இன்று ஆற்றுப்படுகைகளிலும், கடற்கரைகளிலும், ஏரித்தளங்களிலும், வண்டல் படியும் கழிமுகப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் படிவுகள் நாளடைவில் பலவகை அடுக்குப் பாறைகளாக மாறுகின்றன. இப்பாறைகளின் மூலம் அளவு, மணல் உருவம், பிணைப்புப் பொருள், புதைப் படிவங்கள் (fossils) ஆகியவற்றைக் கொண்டு நில வரலாற்றை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

நில வரலாற்றைப் பல காலப் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். இப்பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றும் நிலமேலெழுச்சியில் (uplift) தொடங்கி அரிப்பால் நிலம் சமதளமாக்கப்படுவதில் (peneplanation) முடியும். நிலம் மேலெழுந்து அரிமானத்திற்கு உட்படும் ஒவ்வொரு முறையும் நில வரலாறு எழுதப்படாத படிவு இடைக்காலம் (depositional interval) உண்டு. இது வரலாற்றின் விடுபட்ட நிலையாகும். இதைப் படிவு விளிவு (unconformity) என்றும், இதற்கு மேலும் கீழும் படிந்துள்ள அடுக்குப் பாறை வரிசை உடன்படாப் படிவு (unconfirmable series) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

இயற்கையில் பாறைகள் இப்போது போலவே எப்போதும் படிந்து வருகின்றன. முதலில் படிந்த முதிய படிவு கீழேயும் பிறு படிந்த இளைய படிவு மேலேயும் இருப்பது தான் முறை எனினும் மேலடுக்கு முறைக் கொள்கை (order of super position) படிவுகளுக்கு இடையேயுள்ள உறவு முறைகளைத் தெரிந்து கொள்ள உதவும்.

ஒரு தனிப்படிவுப் படலம் அல்லது அதற்கு நெருங்கிய உறவு கொண்ட படல வரிசைகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று உடன்பட்ட நிலையில் இருப்பதை ஓர் அமைவு (formation) என்பர். ஒவ்வோர் அமைவையும் அவற்றினுள் நெருங்கிய உறவு கொண்ட புதைபடிவங்கள் உள்ளமையாலும், பாறை வகையின் ஒத்த தன்மையாலும் இனம் காணலாம்.

நிலப் பொதியியல் வரலாற்றின் பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றும் எவ்வாறு வகுக்கப்பட்டுள்ளது என்பதை நிலப் பொதியியல் கால திரல் (geological time scale) வழி விவரிக்கலாம்.

ஊழி	தொகுதி	இந்திய நில அடுக்கியல் பகுதி
கடை ஊழிக்காலம் (quaternary)	அண்மைக் காலம் (recent) பிளைஸ்டோசீன் (pliocene)	தற்கால மேற்பரப்புப் பகுதி
மூன்றாம் ஊழிக்காலம் (tertiary)	பிளியோசீன் (pliocene) மையோசீன் (miocene) ஒலிகோசீன் (oligocene) இயோசீன் (eocene)	இமயம் போன்ற புற முந்நீரகப் பகுதி, தென்னிந்திய கடற்கரைப் பகுதி
இடையூழிக் காலம் (mesozoic)	கிரிடேஷியஸ் (cretaceous) ஜூராசிக் (jurassic) டிரயாசிக் (triassic)	தக்காண ஏரியியல் பாறை, முந்நீரகப்பகுதி
தொல்லுழிக்காலம் (palaeozoic)	பெர்மியன் (permian) கார்பானிபெரஸ் (carboniferous) டீவோனியன் (devonian) சைலூரியன் (silurian) ஆர்டோவிசியன் (ordovician) கேம்பிரியன் (cambrian)	புற முந்நீரகப்பகுதி
உயிர்த்துவக்கக்காலம் (proterozoic) முதுஊழிக் காலம் உயிரிலாக்காலம் (azoic)	முன் கேம்பிரியன் (pre cambrian) (1500) அர்கேயன் (archaeon) (4500)	விந்தியன் தொகுதி முந்நீரகப் பகுதி கடப்பாத் தொகுதி முந்நீரகப் பகுதி

## குறிப்பு:

- அ) அட்டவணையில் அடைப்பு இல்லாத எண் காலவீச்சு. (மில்லியன் ஆண்டுகள்)
- ஆ) அடைப்புக்குள் உள்ள எண் காலத் தொகுதியின் தொடக்கம் முதல் இன்று வரை கழிந்த காலம்.  
(மில்லியன் ஆண்டுகள்)



91 அடுக்குப் பாறைகள் படிகம் போது முதிய பாறைகள் அடித்தளத்திலும் இளைய பாறைகள் மேல் தளங்களிலும் உள்ளவாறே அட்டவணையையும் அமைப்பது வழக்கம்.

படிகளுக்கு அவை எவ்வெவ் இடங்களில் மிகுதியும் காணப்படுகின்றனவோ அவ்வவ் இடங்களில் பெயரையும் பாறையின் பெயருடன் சேர்த்துக் குறிப்பிடுவர். எ-டு: பந்தல் கண்டு கிரேனைட். படிகப் பாறைகளில் உள்ள முதன்மைப் புதை வடிவங்களின் பெயரைப் பாறைப் பொருளுடன் சேர்த்துக் குறிப்பதும் உண்டு. எ-டு: புரோடக்டஸ் களிப்பாறை (products shale).

சீன் (cene) என்பது கிரேக்க மொழியில் Koinos எனக் குறிப்பிடப்படும். சீனில் முடியும் பெயர்கள் அந்தத் தொகுதியில் இன்றும் கூட வாழ்ந்து வரும் முதுசெல்லம்பற்ற உயிரினங்களின் விழுக்காட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு சூட்டப்பட்டுள்ளன.

எ - டு:

இயோசீன் (eos, உதயம்)	-	ஒரு சிலவே கொண்டது.
ஒலிகோசீன் (oligos, சிறிது)-		குறைந்த அளவு உயிரினங்களைக் கொண்டது.
மையோசீன் (குறைவு)	-	இன்றுள்ள உயிரினங்களில் பாதிக்கும் குறைவாகப் பெற்றுள்ளது.
பிளியோசீன் (pleion, மிகுதி)	-	நவீன உயிரினங்களில் பாதிக்கும் அளவிற்கு பெற்றுள்ளது.
பிளிஸ்டோசீன் (pleistos, மிக அதிகம்)	-	இன்றுள்ள உயிரினங்களில் அனைத்தையுமே உள்ளடக்கியது.

இதில் பெரும்பிரிவுகளான பேருழிக் காலங்களை நிலப்பரப்பில் நடந்த பெரும் ஊழிப் பிறழ்ச்சிகள் பிரிப்பதைக் காணலாம். ஒவ்வொரு பேருழிக் காலத்தையும் சிறுசிறு காலப் பிரிவுகளாக பிரித்துள்ளனர். காலப் பிரிவு ஒவ்வொன்றின் தொடக்கத்திலும், கடல் நிலத்தைக் கவர்ந்தது. பிறகு நிலம் மேலெழுந்தால் கடல் பின் வாங்கி நிலம் மீண்டும் வெளிப்பட்டது. ஆகவே பாறையின் பெரும் பிரிவுகளைப் அ.க.15-21அ

பேருழிக் காலங்கள் என்றும், துணைப் பகுதிகளைக் காலப் பிரிவுகள் என்றும் கிளைப் பிரிவுகளை பாறை அமைவுகள் என்றும் கருதலாம்.

புதைப் படிகப் பாறைகளை அதில் பதிந்துள்ள மறைந்த புதை படிக உயிரிகளின் செலவு, அடர்த்தி, காலஅளவு முதலியவைகளைக் கொண்டு உயிரி மண்டலம் (bio-zone) என்று கூறலாம். இவைகளை ஏறத்தாழ உபகால நிலை (sub-stage) என்பதற்கு மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1) ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினம் புதை படிகவாயிருப்பது உயிரினப் படிகச் செறிவு (assemblege zone). 2) ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினம் வாழ்ந்த கால இடைவெளி (range zone). 3) ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினம் தொடர்ந்து வாழ்ந்திருந்தாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் அவை பெருகி உச்சக் கட்டத்தில் இருந்திருக்கலாம். அந்த உச்சக் கட்ட புதை படிக மண்டலத்தை உச்சக்கட்ட உயிரின மண்டலம் (peak zone) என்று பிரிக்கலாம்.

ம.ச. ஆனந்த்

## பான்கோஸ்ட் நோயியம்

நுரையீரலில் தோன்றும் புற்றுக்கட்டிகளில் பான்கோஸ்ட் புற்றுக்கட்டியும் ஒன்றாகும். இது பொதுவாக நுரையீரலின் உச்சிப் பகுதியையே தாக்கும். நுரையீரலின் புறப்பகுதியில் தோன்றிய புற்று, கழுத்துப் பகுதியை அடுத்துள்ள மார்புப் பகுதியின் மேல்புறத்தில் காணப்படுகிறது. இதனால் எளிதில் இப்புற்று புய நரம்புப் பின்னல் (branchial plexus), பரிவு நரம்புச் சங்கிலி (sympathetic chain), மார்பெலும்பு, முதுகு முள்ளெலும்பு ஆகியவற்றையும் தாக்குகிறது. இதனால் ஏற்படும் சிக்கலே பான்கோஸ்ட் கூட்டியம் (Pancoast's syndrome) எனப்படும்.

பான்கோஸ்ட் நோயியத்தில், புய நரம்புபின்னல் பாதிப்பால் புயத்திலும் கைகளிலும் தாங்கமுடியாத வலியும் தசைத்தளர்வும் உண்டாகும். பரிவு நரம்பு மண்டலப் பாதிப்பால் ஹார்னஸ் நோயியக் குறிகளாகிய, இமையிடைத் தொலைவு சிறுத்து, கண் உள்ளடங்கிக் (enophthalmos) கருவிழிச்சுருக்கமும் காணப்படும். எக்ஸ் கதிர்ப் படலத்தில் நுரையீரலின் மேற்புறத்தில் வெண்மையான காயமும், மார்பெலும்பு அரித்துள்ளமையும் அறியப்படும்.

இப்புற்று மெதுவாகவே வளர்ந்தாலும் நுரையீரலைப் பாதிக்குமுன் நரம்புகளைத் தாக்குவதால் விரைவில் பெருந்துன்பம் விளைவிக்கும். மார்ஃபின், பெத்திடின் போன்ற

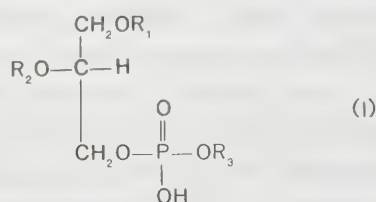
மயக்க மருந்துகள் தற்காலிகப் பயனை கொடுக்கும். நோயின் தன்மையைப் பொறுத்து இந்நரம்புகளை வேதிப் பொருள்கள் கொண்டு நசிவடையச் செய்வதால் மரணத்தை எதிர் நோக்கும் நோயாளிகளுக்குச் சிறிது வலி குறையும்.

மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

## பாஸ்பட்டைடு

பாஸ்பரஸ் தனிமத்தைக் கொண்டிருக்கும் ஒரு சிக்கலான லிப்பிடு பாஸ்பட்டைடு (phosphatide) எனப்படும். இவை பாஸ்போலிப்பிடுகள் என்று சுருக்கமாகவும் குறிப்பிடப்படும். இவ்வகைச் சேர்மங்கள் அவற்றின் மூலங்களைக் கொண்டு பெயரிடப்பட்டுள்ளன. சான்றாக, கிளிசரோபாஸ் ஃபோரிக் அமிலத்திலிருந்து பெறப்படும் லிப்பிடு கிளிசரோ பாஸ்பட்டைடு என்றும், ஸ்பின்ஜோசின் பாஸ்பேட்டிலிருந்து கிடைப்பவை ஸ்பின்ஜோசின் பாஸ்பட்டைடுகள் என்றும், ஐயோனோசிட்டால் பாஸ்பேட்டுகளிலிருந்து கிடைப்பவை ஐயோனோ சிட்டால் பாஸ்பட்டைடுகள் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

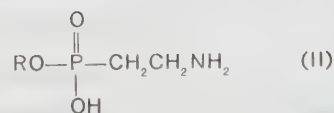
கிளிசரோ பாஸ்பட்டைடு. இவ்வகை பாஸ்பட்டைடுகள் கிளிசரோபாஸ்ஃபோரிக் அமிலத்திலிருந்து (I) கிடைக்கின்றன. இதில்  $R_1 = R_2 = R_3 = H$



பின்வரும் சேர்மங்களும் கிளிசரோ பாஸ்பட்டைடுகள் ஆகும். 1. பாஸ்பட்டைடு எத்தனாலமின் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம் (எஸ்டர் பிணைப்பு),  $R_3 =$  எத்தனாலமின் (எஸ்டர் பிணைப்பு) : 2. பாஸ்பட்டைடு கோலின் அல்லது லெசித்தின் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு

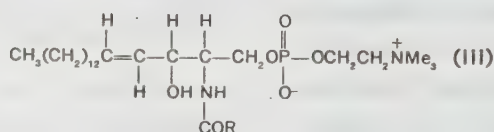
அமிலம்  $R_3 =$  கோலின்); 3. பாஸ்பட்டைடு செரின் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்  $R_3 =$  செரின்); 4. பாஸ்பட்டைடு ஐயோனோசிட்டால் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_3 =$  ஐயோனோசிட்டால்); 5. லைசோ பாஸ்போட்டைடு எத்தனாலமின் ( $R_1 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_2 = H$ ,  $R_3 =$  எத்தனாலமின்); 6. லைசோ பாஸ்போட்டைடு கோலின் ( $R_1 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_2 = H$ ,  $R_3 =$  கோலின்); 7. பிளாஸ்மோஜன்கள் ( $R_1 = \alpha, \beta$  நிறைவுறா ஈதர்,  $R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_3 =$  எத்தனாலமின், கோலின் அல்லது செரின்); 8. நிறைவுற்ற ஈதர்லிப்பிடுகள்; இவை பிளாஸ்மோஜன்களை ஒத்தவை. ஆனால்  $R_1$  இடத்தில் நிறைவுற்ற ஈதரைக் கொண்டுள்ளன. 9. பாஸ்போட்டைடு அமிலம் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_3 = H$ ); 10. பாஸ்பட்டைடு கிளிசரால் ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்,  $R_3 =$  கிளிசரால்); 11. கார்டியோலிப்பின். இதில் இரு மூலக்கூறுகள் நிலையில் கிளிசரால் இணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. ( $R_1 = R_2 =$  கொழுப்பு அமிலம்).

பாஸ்போனோலிப்பிடுகள். இவற்றில் பாஸ்போனிக் அமிலபெறுதி (II) உள்ளது.  $R_1 =$  கிளிசரால் அல்லது ஸ்பிஞ்சோசின்.



ஸ்பின்கோ பாஸ்போடைடுகள். இதில் ஸ்பின்கோசின் பாஸ்பேட் தொகுதி உள்ளது. எ-டு: ஸ்பிஞ்சோமைலின் (III). இது எத்தனாலமின் கொண்ட ஸ்பின்கோமைலின், ஃபைட்டோகிளைக்கோலிப்பிடை ஒத்த சேர்மம்.

கிடைப்பும் பணியும். பாஸ்பட்டைடு எத்தனாலமின், லெசித்தின், பாஸ்பட்டைடு ஐயோனோ சிட்டால், பிளாஸ்மோ ஜென்கள் ஆகியன தாவர, விலங்கினத்



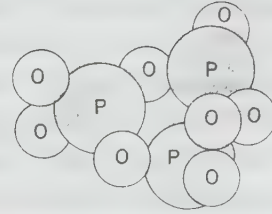




The diagram illustrates a polymer chain structure. It consists of a series of interconnected rings. Each ring contains a central 'P' atom (Phosphorus) and is surrounded by 'O' atoms (Oxygen). The rings are connected in a linear fashion, representing the backbone of the polymer. The structure shows a repeating unit of a phosphorus-oxygen polymer.

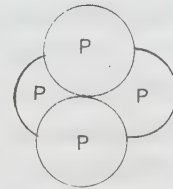

$$(P_n O_{3n+1})^{(n+2)-}$$

பல்வேறு பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களின் அமைப்புகள் கூண்டு போலக் காணப்படுகின்றன. சான்றாக, கூண்டு போன்ற அமைப்புடைய வெள்ளை பாஸ்ஃபரஸ்

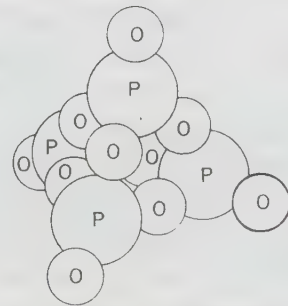


**படம் 2. வளைய பாஸ்டிபேட் எதிரயனி ( $P_3O_9$ )<sup>3-</sup>**

மூலக்கூறுகளையும் ( $P_4$ ) பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடுகளின் ( $P_4O_{10}$ ) ஓர் அமைப்பையும் குறிப்பிடலாம் (படங்கள் 3,4).



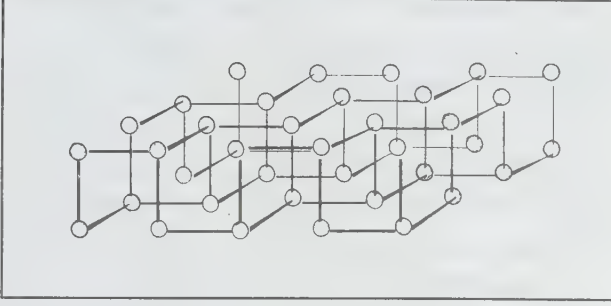
**படம் 3. வெள்ளைப் பாஸ்பரஸ் ( $P_4$ )**



**படம் 4. பாஸ்ஃபரஸ் பென்டாக்சைடு ( $P_4O_{10}$ )**  
(ஆவி நிலையில்)

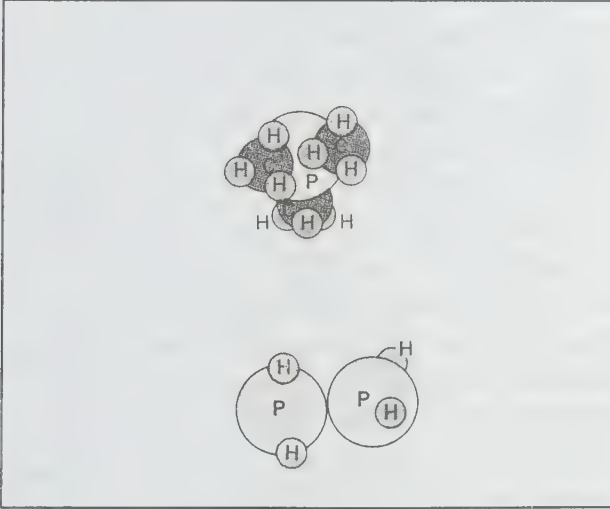


பின்னல் வலை (net work) அமைப்பும் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. சான்றாக கருப்புப் பாஸ்பரஸ் படிகங்களைக் குறிப்பிடலாம்.



படம் 5. கறுப்பு பாஸ்பரஸ் ( $P_n$ )

பெரும்பாலான பாஸ்பரஸ் சேர்மங்களில், பாஸ்பரஸ் அணு நான்கு பிற அணுக்களுடன் இணைந்துள்ளது. மேலும் நான்காம் அணு இணையாத, எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் மட்டும் உள்ள பாஸ்பரஸ் சேர்மங்களும் பெருமளவில் உள்ளன. இவ்வகையில் உருவான இரு சேர்மங்கள் படம் 6,7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

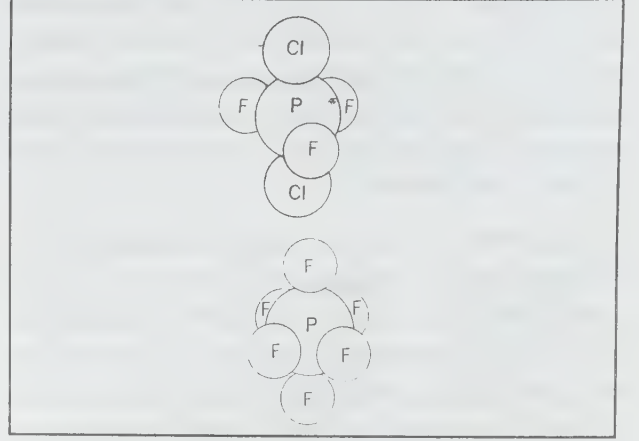


படம் 6. டிரைமெதில் பாஸ்பைட் ( $P(OCH_3)_3$ )

படம் 7. பைபாஸ்பைன் ( $P_2H_4$ )

ஐந்து அல்லது ஆறு அணுக்கள் பாஸ்பரசுடன் இணைந்த சேர்மங்களும் உள்ளன. இவ்வகைச் சேர்மங்கள் மிகை வினைபுரிதிறன் கொண்டவையாகவும், நிலைத்தன்மையற்றவையாகவும் உள்ளன. ஏனெனில் இவற்றின் பிணைப்பு எலெக்ட்ரான் அமைப்பில்-ஆர்பிட்டால்கள் பயன்படுத்தப்

படுகின்றன. படம். 8, 9இல் சான்றுகள் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.



படம் 8. பாஸ்பரஸ் டை குளோரைடு டிரைபுளூரைடு, ( $PCl_5$ )

படம் 9. ஹெக்சாபுளூரோபாஸ்பேட் எதிரயனி, ( $PF_6^-$ )

சேர்மங்களும், பயன்களும். பாஸ்பரஸ் தனிமத்தின் முதன்மைச் சேர்மங்களாக பாஸ்பேட்டுகள் உள்ளன. பெரும்பாலான பாஸ்பேட் உரங்களுள் மோனோ கால்சியம் அல்லது டைகால்சியம் ஆர்த்தோ பாஸ்பேட் ( $Ca(H_2PO_4)_2$ ,  $CaHPO_4$ ) ஆகியன உள்ளன. இவை ஆர்த்தோ பாஸ்பேட் அமிலத்தின் பாஸ்பேட்டுகள் ஆகும். தூய்மையற்ற டை கால்சியம் ஆர்த்தோ பாஸ்பேட், சூப்பர்பாஸ்பேட் என்னும் பெயரில் உரமாகவும் தூய்மையற்ற மோனோகால்சியம் பாஸ்பேட், டிரிப்பிள் சூப்பர்பாஸ்பேட் என்னும் பெயரில் பயனில் உள்ளன (காண்க: உரங்கள்).

தீக்குச்சித் தயாரிப்பில் இது இன்றியமையாததாக உள்ளது. எலி நச்சு, வானவெடி ஆகியவற்றிலும் பாஸ்பர் வெண்கலம் எனும் கலவை உலோகத் தயாரிப்பிலும் துணைபுரிகின்றன.

பாஸ்பீன். நைட்ரஜன் ஹைட்ரைடான அம்மோனியாவைப் போலவே பாஸ்பீன் ஹைட்ரைடு பாஸ்பீன் ஆகும். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு  $PH_3$ . இது ஒரு வளிமம். பாஸ்பரஸின் பிற ஹைட்ரைடுகளாக ( $P_2H_4$ ) (நீர்மம்), ( $P_2H_6$ ) (திண்மம்) என்பன இருந்தாலும் பாஸ்பீனே குறிப்பிடத்தக்கதாகும். வெள்ளைப் பாஸ்பரசைச் சோடியம்

ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைச் சேர்த்து சூடாக்கினாலும் பாஸ்ஃபீன் விளைகிறது. இவ்வளிமம் காற்றில் எரிந்து பாஸ்ஃபரஸ் பென்டாக்சைடாக மாறும். எனவே, இதைக் காற்றில்லாச் சூழலில் தயாரிக்க வேண்டும். பாஸ்ஃபீன் அழுகிய மின் நெடியுடையது. காற்றை விட கனமான இது நீரில் சிறிதளவு கரையும். பாஸ்ஃபீன் ஓரளவு காரத் தன்மையுடையது. ஹாலோஜன் அமிலங்களுடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபோனிய உப்புக்களை உண்டாக்குகிறது. இதில் கலந்திருக்கும் மாசால் உடன் தீப்பற்றிக் கொள்ளும்.

**ஆக்சைடுகள்.** பாஸ்ஃபரசின் ஆக்சைடுகளாக பின் வருவனவற்றைக் குறிப்பிடலாம். அவை: பாஸ்ஃபரஸ் டிரைஆக்சைடு ( $P_2O_3$ ), பாஸ்ஃபரஸ் பெண்டாக்சைடு ( $P_2O_5$ ), பாஸ்ஃபரஸ் டெட்ராக்சைடு ( $P_2O_4$ ) என்பன. பாஸ்ஃபரையைக் குறை ஆக்சிஜன் சூழலில் எரித்தால் பாஸ்ஃபரஸ் டிரை ஆக்சைடு கிடைக்கும். இது மெழுகு போன்ற தோற்றமுடைய வெண்ணிறத் திண்மம். இது ஓர் அமில ஆக்சைடு ஆகும். இது நீரில் கரைந்து பாஸ்ஃபரஸ் அமிலத்தை உண்டாக்குகிறது. காரங்களுடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபைட்டுகளைக் கொடுக்கிறது. எனவே இது ஒரு பாஸ்ஃபரஸ் அமில நீரிலி ஆகும். எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து பாஸ்ஃபரஸ் பெண்டாக்சைடை இது விளைவிக்கும்.

மிக உயர் வெப்பநிலையில் மிகையளவு ஆக்சிஜன் உள்ள சூழல் அல்லது காற்றில் எரிந்து பாஸ்ஃபரஸ் பெண்டாக்சைடை உண்டாக்குகிறது. இது நீர் உறிஞ்சும் தன்மை வாய்ந்தது. தூய நிலையில் வெண்ணிற பொடியாக உள்ளது. சூடேற்றினால் பதங்கமாகும். ஈரக்காற்றிலுள்ள நீரை உறிஞ்சி ரெசின் போல் மாறும். அமிலங்களிலிருந்து அவற்றின் நீரற்ற ஆக்சைடுகளைப் பெற இது பயன்படும். குறைந்தளவு குளிர் நீரில் கரைந்து மெட்டாபாஸ்ஃபோரிக் அமிலமும், மிகையளவு நீருடன் சேர்ந்துச் சூடேற்றினால் ஆர்த்தோ பாஸ்ஃபோரிக் அமிலமும் உண்டாகின்றன.

உருகுதல் வெப்பம்(கலோரி/கி)	5.03
ஆவியாதல் வெப்பம்	130
தன் வெப்பம்(கலோரி/கி/°C)	0.189
உய்ய வெப்பநிலை	675
உய்ய அழுத்தம் (வ.ம.அ)	80
மின் எதிர்ப்புத்திறன்	
(மைக்ரோ ஒம்-செ.மீ)	$1 \times 10^{17}$
கடினத்தன்மை (மோஸ்அலகில்)	0.5
படிக அமைப்பு (20°Cஇல்)	கனசதுரம்
ஆரம்	
சகபிணைப்பு (Å)	
அயனி ( $M^{3+}$ , Å)	1.10
அயனியாக்க ஆற்றல்	0.44
(முதல் கி.கலோ/மோல்)	255
எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்திறன்	
(பாலிங்)	2.15
(சான்ட்ரன்)	3.34

வரலாறு. ஏறக்குறையப் பன்னிரெண்டாம் நூற்றாண்டிலேயே அராபிய இரசவாதிகள் பாஸ்ஃபரஸ் தனிமத்தை எதிர்பாராதவிதமாகப் பிரித்தெடுத்துள்ளனர். ஆனால் இதைப் பற்றிய தகவல்கள் தெளிவாக இல்லை. ஹென்னிங் பிரான்ட் என்னும் ஜெர்மானிய வணிகரின் பொழுதுபோக்காக இரசவாதம் இருந்தது. பாஸ்ஃபரசை முதன் முதலில் ஹென்னிங் 1669இல் சிறுநீரிலிருந்து பிரித்தெடுத்தார். பாஸ்ஃபரசின் இருளில் ஒளிரும் தன்மையானது இதனைப் பற்றி மேலும் அறிய ஆவலைத் தூண்டியது. இவ்வுண்மை தற்போது நின்றொளிர்தல் (phosphoresence) எனப்படுகிறது. ஆனாலும் எலும்புச் சாம்பலிலிருந்து பாஸ்ஃபரஸ் தயாரிக்கும் முறை கண்டறியப்பட்டவரையில் இது குறித்து வேறு தகவல்கள் இல்லை. 1771இல் ஷீல் என்பார் எலும்புச் சாம்பலிலிருந்து பாஸ்ஃபரஸ் பிரித்தெடுக்கும் முறையை வெளியிட்டார். எலும்பை நைட்ரிக் அல்லது சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் நன்றாகக் கலந்தால் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. இதனை மரக்கரியுடன் சேர்த்து காய்ச்சி வடித்தால் பாஸ்ஃபரஸ் கிடைக்கிறது. ஆனாலும் எலும்புச் சாம்பலிலிருந்து பாஸ்ஃபரஸ் தயாரிக்கும் முறை கண்டறியப்படும் வரையில் இது குறித்து வேறு தகவல்கள் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. எலும்பை நைட்ரிக் அல்லது சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் நன்றாகக் கலந்தால் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. இதனை மரக்கரியுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடித்தால் பாஸ்ஃபரஸ் கிடைக்கிறது. 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஜேம்ஸ் பேர்கஸ் ரீட்மேன் எனும் எடின்பரோவைச் சேர்ந்த அறிவியலார்

உருகுநிலை (°C)	44.1
கொதிநிலை (°C)	280
அடர்த்தி (25 °Cஇல்)(கி/செ.மீ. <sup>3</sup> )	1.82
இணைதிறன்	3.5
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>
ஐசோடோப் மிகை	31P(100%)
(புவியில், சதவீதத்தில்)	
கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்	
(அணுநிறை)	28 - 30, 32 - 34



பாஸ்பேட் பாறைக் கனிமத்திலிருந்து மின் வில் உலை மூலம் பாஸ்பரஸ் தனிமத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் வழிமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். இம்முறையே தற்காலத்தில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

பண்புகளும் வினைகளும். பாஸ்பரஸ் தனிமத்தின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$  அல்லது 2, 8, 5 எனக் குறிப்பிடலாம். இத் தனிமத்தின் வெளிக் கூட்டமைப்பு நைட்ரஜனின் அமைப்பை ஒத்துள்ளது. இதில் மூன்று நிறைவுறா ஆர்பிட்டால்கள் உள்ளன. 1. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒற்றைப் பிணைப்புகளை உண்டாக்கினாலும் ஓர் இணை இரட்டை எலெக்ட்ரான்கள் எஞ்சியுள்ளன. வினையில் ஈடுபடும் தனிமங்களில் எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்திறனைப் பொறுத்து பாஸ்பரஸ் தனிமம் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலை அல்லது -3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைப் பெறும்.

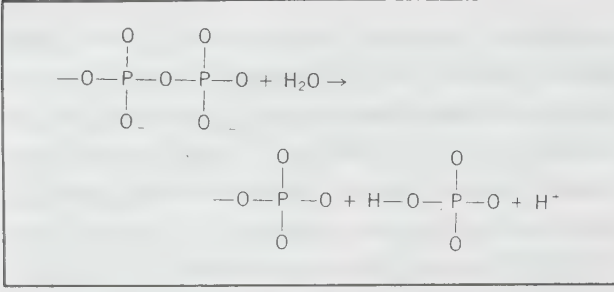
பாஸ்பரஸ் தனிமம் பல புறவேற்றுமை உருவங்களாக காணப்படுகிறது. இவை அனைத்தும் திண்மங்கள்.  $P_2$  எனும் மூலக்கூறு வாய்பாடுடைய பாஸ்பரஸ், நைட்ரஜனைப் போல் முப்பிணைப்பால் இணைந்துள்ளது. இது மிகை வெப்ப நிலையில் மட்டுமே நிலைத்திருக்க முடியும். இதனைக் குளிர்வித்தால் நாற்கர அமைப்புடைய  $P_4$  மூலக்கூறு உருவாகும். இதில் ஒவ்வொரு அணுவும் மற்ற மூன்று அணுக்களுடன் ஒற்றைப் பிணைப்பால் இணைந்துள்ளது. இம்மூலக்கூறுகள் மேலும் குறுக்கமைந்து அறுகோண அல்லது கனசதுர மூலக்கூற்றுத் திண்மங்கள் உருவாகின்றன. அவையிரண்டும் வெள்ளை பாஸ்பரஸ் எனப்படும். மூலக்கூறிலை விசை  $P_4$  மூலக்கூறுகளிடையே குறைவாக உள்ளமையால் திண்மப் பாஸ்பரஸ் எளிதில் உருகவும் ( $44.1^\circ\text{C}$ ) கொதிக்கவும் ( $280^\circ\text{C}$ ) முடிகிறது.  $200^\circ\text{C}$  இல் 'தொடர்ச்சியாக' பல்லுறுப்பி வடிவமாக மாறுகிறது. குறைந்த வெப்பநிலையில் இவ்வுருவம் படிக உருவற்று விளங்குகிறது. ஆனால் இது படிக வடிவிலும் மாறும். உயர் வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் அல்லது சாதாரண அழுத்த,  $200^\circ\text{C}$  வெப்ப நிலையில் வினையூக்கி உடனிருக்கப் பாஸ்பரஸ் கருநிற வடிவமாக மாறுகிறது. இது கிராஃபைட்டை ஒத்துக் காணப்படுகிறது. இதனைத் தயாரிப்பதில் கடனம் மிகுந்து இருந்தாலும் பாஸ்பரஸின் நிலைத்த வடிவமாக இது விளங்குகிறது. இந்தச் சிவப்பு மற்றும் கறுப்பு வடிவங்கள் இரண்டிலும் ஒவ்வொரு பாஸ்பரஸ் அணுவும் மூன்று ஒற்றைப் பிணைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

இது கொடிய நச்சுத் தன்மையுடையது; பெரும்பாலான வினைப் பொருள்களுடன் தீவிரமாக வினைபுரிகிறது. காற்றில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும். எனவே இதனை நீரினுள் அல்லது பிற மந்த தீர்மத்தினுள் வைத்திருக்க வேண்டும். வெள்ளைப்

பாஸ்பரஸ் கார்பன் டை சல்பைடு போன்ற கரைப்பான்களில் எளிதில் கரைகிறது. ஆனால் சிவப்புப் பாஸ்பரஸ் கரைவதில்லை; இது நீருடன் வினைபுரிவதால் பாஸ்பீனும் பிற பாஸ்பரஸ் ஆக்சி அமிலங்களும் உண்டாகின்றன. கருப்பு பாஸ்பரஸ் மிகுந்த மந்தத் தன்மையானது. இது மின்சாரத்தைக் கடத்தும். இந்த இரு பல்லுறுப்பு வடிவங்களும் கரைப்பான்களில் கரைவதில்லை; மேலும் வெள்ளை பாஸ்பரஸை விட குறைந்த அளவிலேயே ஆவியாகிறது.

பகுப்பாய்வு. தனிமப் பாஸ்பரஸ் நின்றொளிரும் தன்மை உடையது. எனவே இப்பண்பைக் கொண்டு இதனைக் கண்டுபிடிக்கலாம். கொதிக்கும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைத்து அல்லது துத்தநாகம் மற்றும் சல்பீயூரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்தால் பாஸ்பீன் கிடைக்கிறது. வெள்ளி நைட்ரேட் அல்லது மெர்குரிக் குளோரைடு கரைசலில் தோய்த்த ஆய்வுத் தாளை பாஸ்பீன் படும் படி வைத்தால் இவ்விரு கரைசல்களின் உலோகங்களும் ஒடுக்கமடைந்து தாள் கருநிறமடைகிறது. அளவறி பழுப்பாய்வின் வழியே கண்டுபிடித்தலில் பாஸ்பரஸ் பாஸ்பேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்படும். சான்றாக பாஸ்பரஸ், மக்னீசியம் அம்மோனியம் உப்பாக ( $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ) மாற்றப்பட்டு வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் மக்னீசியம் பைரோபாஸ் ஃபேட்டாக ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) மாற்றப்படும். இது எடையிடப்படும். மாற்றாக பாஸ்பேட் அம்மோனியம் பாஸ்போமா லிபேட்டாக மாற்றப்பட்டு எடையிடப்படலாம்; மேலும் மக்னீசியம் பைரோபாஸ் ஃபேட்டாக மாற்றியும் எடையிடலாம் அல்லது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் முறித்தல் வினை நிகழ்த்தி அளவறியலாம்.

உயிரியல், உடலியங்கியலில் இன்றியமை யாமை. பல், எலும்புகளில் முதன்மைக் கூறாகவும் பாஸ்பரஸ் விளங்குகிறது. நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சிக்கும் அடிப்படையாக அமைகிறது. அடினோசின் டிரைபாஸ் ஃபேட் (ATP) எனும் சேர்மம் உயலியங்கியலில் முதன்மை வாய்ந்தது. இது அழுக்கு நீக்கி (detergent) மற்றும் நீர் மென்மையாக்கி (water softening agent) ஆகியவற்றில் பயன்படும் சோடியம் டிரைபாலி பாஸ் ஃபேட்டின் எஸ்ட்டரே ATP ஆகும். ஏறக்குறைய அனைத்து வளர்சிதை மாற்ற மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை வினைகளில் ATP பங்கு பெறுகிறது. இவற்றில் டிரைபாலி பாஸ் ஃபேட் அதன் பைரோபாஸ் ஃபேட் பெறுதியாக, அதாவது அடினோசின் டை பாஸ் ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. சங்கிலித் தொடர் பாஸ் ஃபேட்டுகளில் நீராற்பகுப்பு P-O-P தொடர் பிளவால் நிகழ்கிறது. இவ்வினை பின்வருமாறு நிகழ்கிறது.



நடுநிலை கரைசலில் அறைவெப்பநிலைச் சூழலில் இவ்வினை மிக மெதுவாக நிகழ்கிறது. ஆனால் நொதிகள் இவ்வினை வேகத்தை ஆயிரம் மடங்கு அதிகரிக்கின்றன. ATP, நீர், ADP, ஆர்த்தோ பாஸ்பேட் அயனி ஆகியவற்றின் சமநிலை, ADP மற்றும் ஆர்த்தோபாஸ்பேட் அயனி எனும் நீராற்பகுப்பு வினை வினைபொருளுக்கு பெருமளவு மாற்றப்படுகிறது. எனவே உயிரியல் அமைவுகளில் நிகழும் கரிம வினைகள் இயற்கையில் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு உயிர் வாழ்வது தொடர்கிறது. நியூக்ளியிக் அமில மூலக்கூறுகளின் ஒவ்வொரு கூறிலும் (moiety) பாஸ்பேட் தொகுதி அமைந்துள்ளது.

பாஸ்பேட்டுகளை ஒரு பொதுவான ஆய்வால் கண்டறியலாம். பாஸ்பேட்டுடன் சிறிதளவு அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து, பின்னர் மிகையளவு அம்மோனியம் மாலிப்டேட் கரைசலைக் கலந்து நன்கு குலுக்கினால் மஞ்சள் நிற அம்மோனியம் பாஸ்போ மாலிப்டேட் வீழ்படிவாகிறது.

**ஆக்சிஜன் அமிலங்கள்.** ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம் ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ), பைரோபாஸ்போரிக் அமிலம் ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ), மெட்டா பாஸ்போரிக் அமிலம் ( $\text{HPO}_3$ ), பைரோபாஸ்போரிக் அமிலம் ( $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ), ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலம் ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ஆகியன இதன் ஆக்சி அமிலங்கள் ஆகும்.

பேரியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் வெள்ளைப் பாஸ்பரசைச் சேர்த்து காய்ச்சினால் பேரியம் ஹைப்போ பாஸ்பேட் கிடைக்கும். இதனுடன் தகுந்த அளவு சல்பீரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வீழ்படியும் பேரியம் சல்பேட்டை வடிகட்டி நீக்கினால் ஹைப்போ பாஸ்பரஸ் அமிலம் கிடைக்கிறது. இது நிறமற்ற பாகுபோன்ற நீர்மம்.  $0^\circ\text{C}$  இல் படிக்கக்கூடிய மாறும். சூடேற்றினால் சிதைந்து பாஸ்பீன் விளைகிறது. இது வீரியமிடு ஒடுக்கி ஆகும்.

பாஸ்பரஸ் டிரைகுளோரைடுடன் நீரை வினைப்படுத்திப் பாஸ்பரஸ் அமிலத்தைப் பெறலாம். இது ஒரு வெண்ணிறப் படிக்கம்; நீரில் கரையும் இதனை வெப்பப்படுத்தினால் பாஸ்பீனும், ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன. இதன் காரத்துவம் இரண்டு.

எனவே காரங்களுடன் சேர்ந்து இரு வகை உப்புகளை உண்டாக்குகிறது. இது பிற பொருள்களை ஒடுக்குத் தன்மையுடையது.

மெட்டா பாஸ்போரிக் அமிலம் பனிக்கட்டி போன்ற தோற்றமுடைய திண்மம். இது கிளேசியல் பாஸ்போரிக் அமிலம் எனப்படும். நீரில் எளிதில் கரையும். இதன் காரத்துவம் ஒன்று. சோடியம் மெட்டா பாஸ்பேட் ஒரு பயனுள்ள பொருளாகும். ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலத்தை  $215^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையில் சூடேற்றினால் பைரோ பாஸ்போரிக் அமிலம் விளையும்.



இந்த நிறமற்ற, பாகு போன்ற நீர்மம், குளிர்வூட்டினால் படிக்காமும். நீரில் கரையும். நீருடன் சேர்த்துக் காய்ச்சினால் ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலமாக மாறும். இதன் காரத்துவம் நான்கு. எனினும் இருவகை உப்புகளே தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

பாஸ்பரஸ் அமிலங்களில் குறிப்பிடத்தக்கது ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலம் ஆகும். இதனைப் பல வழிகளில் தயாரிக்கலாம். எலும்புச் சாம்பலுடன் அடர் சல்பீரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி இதனை பெருமளவில் தயாரிக்கலாம். பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடை நீருடன் சேர்த்துக் காய்ச்சினாலும் இது கிடைக்கிறது. ஆர்த்தோ பாஸ்போரிக் அமிலம் நிறமற்ற பாகு போன்ற நீர்மம். நீரில் எளிதில் கரையும்.  $250^\circ\text{C}$  இல் பைரோபாஸ்போரிக் அமிலமாகவும் மாறும். இவ்வமிலத்தின் காரத்துவம் மூன்று; எனவே மூவகை உப்புகள் கிடைக்கின்றன. இவை முறையே ஓரிணைய, ஈரிணைய, மூவிணைய பாஸ்பேட்டுகள் எனப்படும். கால்சியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் நீரில் கரையும். இது சூப்பர் பாஸ்பேட் எனும் உரத்தயாரிப்பிலும், சமையல் பொடி (baking powder) தயாரிப்பிலும் பயனாகிறது. சோடியம் பாஸ்பேட் தூய்மையாக்கும் தன்மையுடையதால் தூய்மையாக்கு பொடி தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

மைக்ரோ கால்சியம் உப்பு. இது மனிதர்களின் சிறுநீரில் காணப்படும் ஓர் உப்பு. தகுந்த அளவில் அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசலையும் டைசோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட் கரைசலையும் கலந்து, கரைசலை அடர்வு படுத்திக் குளிரச் செய்தால் படிக்கக்கூடிய வீழ்படிவாகிறது.



இது ஒரு வெண்ணிற திண்மம். நீரில் கரையும். சூடேற்றினால் சிதைந்து அம்மோனியா, சோடியம் மெட்டா பாஸ்பேட் ஆகியன உண்டாகின்றன.



பாஸ்ஃபேட் உரங்கள். தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் பாஸ்ஃபரஸ் முதன்மைப் பங்கேற்கிறது. வினையும்பயிர் தனக்கு வேண்டிய சத்துப் பொருள்களை மண்ணிலிருந்தே பெறுகிறது. எனவே மண்ணில் அதற்குத் தேவையான சத்துகள் தகுந்த அளவில் கலந்திருந்தால்தான் தாவரங்கள் செழுமையாக வளரும். கழிவுப் பொருள்களில் பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள் உள்ளமையால் அவை சிறந்த பாஸ்ஃபரஸ் உரங்களாக விளங்குகின்றன. கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் சிறந்த உரமாக விளங்குகிறது. ஆனால் இது நீரில் கரைவதில்லை. எனவே இதை நீரில் கரையுமாறு தயாரித்தால் மட்டுமே தாவரங்கள் உட்கவர இயலும். கால்சியம் பாஸ்ஃபேட்டுடன் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வினைப்படுத்தி நீரில் கரையும் கால்சியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றப்படும். இது கால்சியம் சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் என்றும் வழங்கப்படும். இதில் பாஸ்ஃபரஸ் பென்டாக்சைடு (18%) கலந்திருக்கும்.

இயற்கையில் கிடைக்கும் பாஸ்ஃபரஸ் கனிமங்களான பாஸ்ஃபோரைட், அப்படைட் போன்றவற்றில் கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் உள்ளது. வெப்பமும் அழுத்தமும் தாங்கவல்ல இறுக மூடப்பட்ட கலன்களில் கனிமத்தையும் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தையும் கலந்து வினைபடச் செய்யும் போது சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் உடனே தயாராகி விடுகிறது.

பாஸ்ஃபேட்டுகளைக் கண்டறிதல். மூவகை பாஸ்ஃபேட்டுகளுடன் மிகையளவு அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் ஆர்த்தோ பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் கிடைக்கும். இதை அம்மோனியம் மாலிட்டேட்டுடன் வினைப்படுத்தினால் மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு உண்டாகும். முட்டையின் வெண்கருவுடன் மெட்டா அமிலம் வினைப்பட்டால் அது திரட்சி (coagulation) அடையும். ஏனைய இரு வகை பாஸ்ஃபோரிக் அமிலங்களில் இது நிகழாது.

மக்னீசியம் சல்ஃபேட், அம்மோனியம் குளோரைடு, அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகியவை கலந்தக் கலவை மக்னீசியாக் கலவை எனப்படும்.

வெள்ளி ஹைட்ரேட்டுடன் ஆர்த்தோ அமிலமும் அதன் உப்பும் வினைப்பட்டு மஞ்சள் நிற வீழ்படிவையும், மெட்டா அமிலமும் அதன் உப்பும் வினைப்பட்டு வெண்ணிற பசைபோன்ற படிவையும், பைரோ அமிலமும் அதன் உப்பும் சேர்ந்து வெண்ணிற படி உரு உடைய வீழ்படிவையும் உண்டாக்குகிறது. இம்முறையால் இம்மூன்று வகைகளையும் தனித்தனியே கண்டறியலாம்.

ஹாலோஜன் சேர்மங்கள். ஹாலோஜன்களுடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபரஸ் இரு வகையான ( $PX_3$ ,  $PX_5$ ;  $x =$  ஹாலோஜன்) சேர்மங்களை உண்டாக்குகிறது.

தாமிர பாஸ்ஃபைடைக் காரிய ஃபுளூரைடுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்திப் பாஸ்ஃபரஸ் டிரைஃபுளூரைடைப் பெறலாம். இது ஒரு நிறமற்ற வளிமம். மிகையளவு ஃபுளூரீனில் பாஸ்ஃபரஸ் எரிந்து பாஸ்ஃபரஸ் பென்டாஃபுளூரைடு உண்டாகிறது. இது ஒரு நிறமற்ற வளிமம்; நீராற் பகுப்படைவதால் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலமும் ஹைட்ரோ ஃபுளூரிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன.

மிகையளவு பாஸ்ஃபரஸ் குறைந்த அளவு குளோரினுடன் வினைப்படுவதால் பாஸ்ஃபரஸ் டிரைகுளோரைடும், மிகையளவு குளோரினுடன் வினைப்படுவதால் பாஸ்ஃபரஸ் பென்டா ஃபுளூரைடும் விளைகின்றன. பாஸ்ஃபரஸ் டிரைகுளோரைடு நிறமற்ற, கார நெடியுடைய நீர்மம்; ஈரக் காற்றில் புகையும், நீராற் பகுப்படைவதால் பாஸ்ஃபரஸ் அமிலமும், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் உண்டாகின்றன.

பாஸ்ஃபரஸ் டிரைகுளோரைடை நீரால் குளிர்வித்து அதன் வழியே உலர் குளோரினைச் செலுத்தினால் பாஸ்ஃபரஸ் பென்டா குளோரைடு கிடைக்கும். இது கெடு மணமுடைய மஞ்சள் நிறத்தூள். கரிம வேதியியலில் குளோரினேற்ற வினைகளில் இது பயன்படுகிறது.

பாஸ்ஃபரஸ் டிரைபுரோமைடு பாஸ்ஃபரஸ் பென்டா புரோமைடு ஆகியவை பாஸ்ஃபரகம், புரோமினும் வினைப்படுவதால் கிடைக்கின்றன. பாஸ்ஃபரஸ் டிரைபுரோமைடு ஒரு நீர்மம். பென்டாபுரோமைடு மஞ்சள் நிறத் திண்மம்.

த. தெய்வீகன்

துணைநூல். F. Alberty Cotton and Geoffrey Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, Third Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1984.

## பாஸ்ஃபேட்

பாஸ்ஃபேட் இருளில் ஒளிர்க்கூடிய ஓர் அலோக்சைடு (சேர்மம். 1674 இல் பிராண்ட் என்பார் இதைக் கண்டறிந்தார். ஷீலே என்பார் முதன்முதலில் எலும்புச் சாம்பலிலிருந்து பாஸ்ஃபேட்டைத் தயாரித்தார்.

பாஸ்ஃபரஸ் தனித்த நிலையில் கிடைப்பதில்லை. பொதுவாகப் பாஸ்ஃபேட்டுச் சேர்மங்களாகவே கிடைக்கிறது.

இதன் முதன்மைத் தாதுக்கள் பாஸ்போரைட், குளோர் அப்படைட், புளோர் அப்படைட் என்பன. உயிரினங்களின் இன்றியமையாப் பொருளாகப் பாஸ்பரஸ் விளங்குகிறது. எலும்புகளிலும், பற்களிலும் இது கால்சியம் பாஸ்பேட்டாகக் காணப்படுகிறது.

**பாஸ்பேட் உரங்கள்.** சூப்பர் பாஸ்பேட் ஒரு சிறந்த பாஸ்பேட் உரமாகும். எலும்புச் சாம்பல் அல்லது பாஸ்பேட்டுத் தாதுவுடன் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் நீரில் கரையக்கூடிய மோனோ கால்சியம் பாஸ்பேட் கிடைக்கிறது. இதுவும் கால்சியம் சல்பேட்டும் கலந்த கலவைக்குச் சூப்பர் பாஸ்பேட் என்று பெயர். இது தவிர அம்மோனியம் பாஸ்பேட், டைஅம்மோனியம் பாஸ்பேட் (DAP) ஆகியனவும் உரங்களாகப் பயன்படுகின்றன.

**உணவுட்டப் பொருள்கள்.** ஒரு தாவரத்திலிருந்து அணைத்து நீரும் நீக்கப்பட்டால் ஒரு சிறு அளவு உலர் பொருள் கிடைக்கும். இந்த உலர் பொருள் எரிக்கப்படும்போது தாவரச் சாம்பல் எனப்படும் எளிதில் ஆவியாகாத எச்சப்பொருள் (non-volatile residue) கிடைக்கும். இந்தத் தாவரச் சாம்பல் பல தாது தனிமங்களால் (mineral elements) ஆனது.

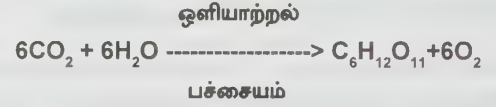
**பாஸ்பேட்.** தாவரங்கள் பாஸ்பரஸைப் பாஸ்பேட் அயனிகளாக ( $PO_4$ ) உறிஞ்சுகின்றன. நியூக்ளியோ புரதம், பாஸ்போலிபிட், நியூக்ளிக் அமிலம், லிபோ புரதம், சர்க்கரைப் பாஸ்பேட், பாஸ்போரிலேட் கூட்டுப் பொருள் நொதி முதலானவற்றில் பாஸ்பரஸ் காணப்படுகிறது. செல்லின் சுவாச மையங்களான மைட்டோகாண்டிரியாக்களின் வினைச் செயலுக்கு இது தேவைப்படுகிறது. வளர்ச்சியடையும் ஆக்குதிக் பகுதிகளிலும் சேமிப்புப் பகுதிகளிலும் பாஸ்பரஸ் மிகுந்து காணப்படுகிறது. அது செழிப்பான வேர் வளர்ச்சியையும், கனி முதிர்ச்சியையும் தோற்றுவிக்கிறது.

**பாஸ்பரஸ் பற்றாக்குறை.** பாஸ்பரஸ் குறைவினால் கேம்பியத்தின் செயல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. நைட்ரேட்டுகளில் குன்றல் வினை தடைப்படுவதால் புரதச் சிதைவும் (synthesis) குறைக்கப்பட்டு வளர்ச்சி தடை படுகிறது. இலை கரும்பச்சை நிறமாக மாறுகிறது. கனி, இலைக்காம்பு, இலை முதலியவற்றில் மடிந்த வட்டத் திட்டு (dead patch) உருவாகி விரைவில் உதிரும்.

**ஒளிச்சேர்க்கை.** ஒளிச்சேர்க்கை என்பது பல படிகளில் நடைபெறும் ஓர் நிகழ்ச்சியாகும். இது ஒளி தேவைப்படும் ஒரு சில வினைகளையும் சில வேதி வினைகளையும் உள்ளடக்கிய நிகழ்ச்சியாகும். ஒளிச்சேர்க்கையின் போது பச்சையமும்,

கரோட்டினாய்டுகளும் ஒளியாற்றலை ஈர்க்கின்றன. ஒளியாற்றல் நீர் மூலக்கூறுகளை ஹைட்ரஜனாகவும், ஆக்சிஜனாகவும் பிளக்கிறது. இது ஒளிப்பிளத்தல் (photolysis) எனப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வில் ஆக்சிஜன் வெளியேற்றப் படுகிறது. இருள் வினைக்கு ஒளி தேவைப்படுவதில்லை. இவ் வினையின் போது  $CO_2$  ஹைட்ரஜனால் குறைக்கப்பட்டுக் கார்போஹைட்ரேட்டாக மாறுகிறது.

**ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல் நுட்பம்.** பச்சையம் உள்ள தாவரங்களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு நீரும் கார்பன் டை ஆக்சைடும் பசுங்கனிங்களும் இன்றியமையாததாகும். ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஒளி ஆற்றல் சேமிக்கப்பட்டு, ஆக்சிஜன் வெளியிடப்படுகிறது. பின்பு கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள் உருவாகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிகள் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு மூலம் குறிக்கலாம்.



**ஒளிச்சேர்க்கையின் உருவரை**

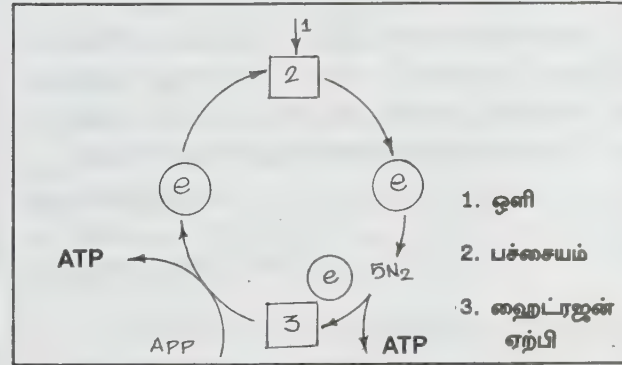
**ஒளிவினை.** இது உயிர்வினை என்றும் குறிக்கப் படுகிறது. இரண்டு தெளிவான ஒளிவினைகள் நடைபெறு கின்றன. இவ்வினைகளில் அடினோசைன் டிரை பாஸ்பேட் உருவாகிறது. ஒளியாற்றலின் உதவியால் பாஸ்பரிகரணம் மூலம் ATP ஆக இருப்பதையே ஒளி பாஸ்பரிகரணம் எனலாம். ஆர்னான் என்பாரின் கூற்றுப்படி இரண்டு ஒளி பாஸ்பரிகரணங்கள் உண்டு. அவை சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் என்றும், சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் என்றும் பகுக்கப்படுகின்றன.

**சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்.** ஃபோட்டான் எனப்படும் பிரிக்க முடியாத சிறிய அலகு ஒளி ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு ஃபோட்டானும் கொண்டிருக்கும் குறிப்பிட்ட ஆற்றலின் அளவைக் குவாண்டம் என்பர். ஒளி பச்சையத்தின் மீது மோதும்போது பச்சைய மூலக்கூறுகள் ஃபோட்டான்களை ஈர்த்து கொள்கின்றன. அதன் விளைவாக மூலக்கூறுகள் பேராற்றலைப் பெற்று ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. பச்சைய மூலக்கூறுகளால் ஈர்க்கப்பட்ட மிகையான ஆற்றல் அவற்றின் எலெக்ட்ரான்களில் ஒன்றுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. பேராற்றலுடைய எலக்ட்ரான் பின் வைட்டமின் - K ஃபிளேவன் மானோ நியூக்ளியோடைடு (FMN) அல்லது ஃபெரடாக்ஸின் மூலக்கூறுகள் போன்ற ஏதாவதொரு எலெக்ட்ரான் ஏற்பி அல்லது கோஃபெக்டரினால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பின்னர் இந்த எலெக்ட்ரான்



சைட்டோக்ரோம் சங்கிலித் தொடர் ஒன்றின் வழியாகச் சென்று இறுதியாகப் பச்சைய மூலக்கூறு மீண்டும் வந்தடைகிறது. இப்போது பச்சைய மூலக்கூறு இயல்பான நிலைக்குத் திரும்புவதோடு மற்றொரு ஃபோட்டானை ஈர்ப்பதற்கும் முனைகிறது. இந்தப் பயணத்தின்போது எலெக்ட்ரான் தன் மிகையான ஆற்றலை இழக்கிறது. இந்த ஆற்றல் கனிமப் பாஸ்கிபேட்டுக்குழு ஒன்றினை அடினோசின் டிரை பாஸ்கிபேட்டும் (ATP) இணைத்துப் பேராற்றல் படைத்த மூலக்கூறுகள் உருவாவதற்கு உதவி செய்கிறது.

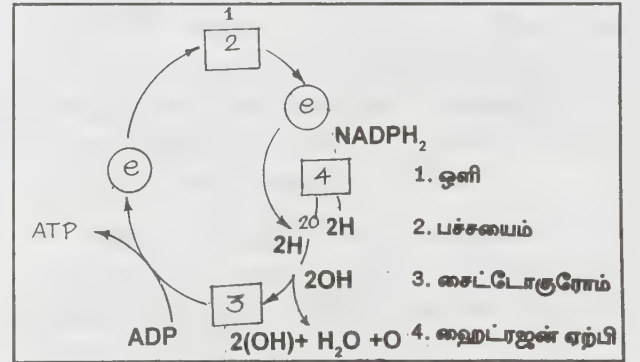
ஒளியின் மின்காந்த ஆற்றல் வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு, மூலக்கூறின் இறுதிப் பாஸ்கிபேட் பிணைப்பில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் ஒரு பச்சைய மூலக்கூறிலிருந்து புறப்பட்ட எலெக்ட்ரான் சுழற்சியுற்று மீண்டும் அதே மூலக்கூறை வந்தடைகிறது. இது சுழல்ஒளி பாஸ்பரிகரணம் எனப்படுகிறது.



படம் 2. ஒளி பாஸ்பரிகரணச்சுழல்

சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம். இந்தத் திட்ட அமைப்பின்படி பேராற்றலுடைய இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் ஒளியால் ஊக்குவிக்கப்பட்ட பச்சைய மூலக்கூறுகளிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் நிகோடினமைடு அடினைன் டை நியூக்ளியோடைடு பாஸ்கிபேட் (NADP) எனப்படும் கூட்டுப் பொருள்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டு NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. நீர் மூலக்கூறுகள் ஒளியால் பிளக்கப்படுவதால் ஹைட்ரஜன் அயனிகளும் (H<sup>+</sup>) ஹைட்ராக்சில் அயனிகளும் (OH<sup>-</sup>) உருவாவதோடு (OH<sup>-</sup>) ஐக் குறைப்பதற்குத் தேவையான புரோட்டான்களும் கிடைக்கின்றன. ஹைட்ராக்சில் அயனிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினைபுரிந்து நீரையும் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளையும் வெளியிடுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியில் ஹைட்ராக்சில் அயனி ஓர்

எலெக்ட்ரானை வெளியிடுகிறது. அது பசுங்கணிகத்திலுள்ள சைட்டோக்ரோம் நிறமிச் சங்கிலித் தொடர் ஒன்றின் வழியாகச் செல்கிறது. சங்கிலித் தொடரிலுள்ள இறுதிச் சைட்டோக்ரோம், முன்னரே ஓர் எலெக்ட்ரானை இழந்து பச்சைய மூலக்கூறுக்கு, எலெக்ட்ரான் ஒன்றினை வழங்குகிறது. எனவே பச்சையம் தன் இயல்பான நிலைக்கு மீண்டு வருகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான் இடப்பெயர்ச்சியின் போது வெளிப்படும் ஆற்றல், அடினோசின் டைபாஸ்கிபேட் (ADP) பாஸ்பரிகரணமடைந்து அடினோசின் டிரை பாஸ்கிபேட் (ATP) மூலக்கூறுகள் உருவாவதற்கு பயன்படுகிறது. இந்தத் திட்டத்தில் பச்சைய மூலக்கூறிலிருந்து வெளிப்பட்ட எலெக்ட்ரான் மீண்டும் பச்சைய மூலக்கூறை வந்தடைவதில்லை. சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தில் நடப்பது போன்று NADP குறைக்கப்பட்டு NADPH<sub>2</sub> ஆக பிறிதொரு மூலத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. எனவே இது சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் எனப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் ஆக்சிஜன் வெளியிடப்படுகிறது. NADPH<sub>2</sub> மற்றும் ATP இரண்டும் உருவாகின்றன. ஆக்சிஜன் வெளியேற்றத்திற்குத் குளோரைடு அயனி (Cl<sup>-</sup>) தேவைப்படுகிறது. சுழல் ஒளிப் பாஸ்பரிகரணத்தில் ஒளியாற்றல், பச்சைய மூலக்கூறுகளால் தூண்டப்படுதல், நீர் ஒளிப் பிளத்தல் ஆகியவை நிகழ்கின்றன. நீரின் ஒளிப்பிளத்தலின் நிகர விளைவு NADPH<sub>2</sub>, ATP இரண்டும் முறையே NADPH<sub>2</sub>, ADP இலிருந்து உருவாதல், ஆக்சிஜன் வெளியேற்றம் ஆகியனவாகும்.

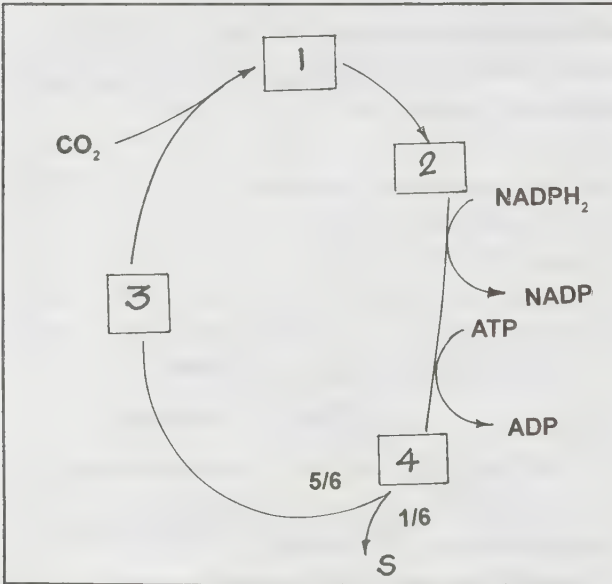


படம் 3. சுழலா ஒளிப் பாஸ்பரிகரணம்

இருள் வினை. இது ஒளிச்சேர்க்கையின் இரண்டாம் படிதிலையாகும். இது கார்பன் டை-ஆக்சைடன் குறைத்தல் வினையோடு தொடர்புடையது. இதற்கு ஒளி தேவைப்படுவதில்லையாதலால் இது ஒளிச்சேர்க்கையில் இருண்ட படிதிலை எனப்படுகிறது. இந்தக் குன்றல் வினை ஒரு படியில் நிகழ்வதில்லை. இது ஒன்றுக்கொன்று சார்புடைய

சிநிய பதிகளின் தொடர் நிகழ்ச்சியாகும். இவ்வினைகளின் மொத்தத் தொடர் நிகழ்ச்சிகளையும் ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் நடைமுறைப்பாதை (carbon pathway) என்பர்.

இருள்வினை கார்பன் டை ஆக்சைடு மூலக்கூறுகள் மற்றும் அவற்றிற்குச் சமமான ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் (RVDP) மூலக்கூறுகளோடு இணைவதுடன் தொடங்குகிறது. இதன் விளைவாக நிலையற்ற ஆறு கரிமக் கூட்டுப் பொருள்கள் உருவாகின்றன. அது உடனே இரண்டு மூலக்கூறுகள் பாஸ்போ கிளிசரின் அமிலம் (PGA) எனப்படும் மூன்று கரிமப் கூட்டுப் பொருளாகப் பிரிகிறது. பாஸ்போ கிளிசரின் அமிலம் ATP, NADPH<sub>2</sub> இவற்றின் உதவியால் டிரைபோஸ் பாஸ்பேட்டாகக் (PGAL) குறைக்கப்படுகிறது. NADPH<sub>2</sub>, ATP இரண்டும் முறையே NADP, ADP ஆக மாறுகின்றன. சிறிதளவு டிரைபோஸ் பாஸ்பேட், ஹெக்சோஸ் பாஸ்பேட்டாகவும், மற்றவை ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட்டாகவும் மாற்றப்படும். இந்த ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் அதிக கார்பன் டைஆக்சைடை ஈர்ப்பதற்குத் தயாராகிறது. ஹெக்சோஸ் பாஸ்பேட் இறுதியாகக் குளுக்கோஸ் மற்றும் மற்றச் சர்க்கரைகளாக மாற்றப்படுகிறது. இந்தப் பல்வேறு பதிகளைக் கீழ்க்காணுமாறு சுருக்கிக் கூறலாம்.



படம் 4. கால்வின் சுழல்

1. 6 - கரிமக் கூட்டுப் பொருள்
2. 3 - பாஸ்போ கிளிசரின் அமிலம்
3. ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட்
4. 3 - பாஸ்போ கிளிசரால்

5. சர்க்கரை

1. CO<sub>2</sub> + ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் →

நிலையற்ற 6 கரிமக் கூட்டுப் பொருள்

2. நிலையற்ற 6- கரிமக் கூட்டுப் பொருள் →

2PGA ( 3 கரிமக் கூட்டுப் பொருள்)

3. 2PGA + 2NADPH<sub>2</sub> + 2ATP →

டிரைபோஸ் பாஸ்பேட் + 2NADP + 2ADP

4. டிரைபோஸ் பாஸ்பேட் →

ஹெக்சோஸ் பாஸ்பேட் + ரிபுலோஸ் பாஸ்பேட்

5. ரிபுலோஸ் பாஸ்பேட் →

ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட் + ADP

6. ஹெக்சோஸ் பாஸ்பேட் →

குளுக்கோஸ்

ஒளிச்சேர்க்கையின் இருள் படிநிலை வினைகள் ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட்டில் தொடங்கிப் ரிபுலோஸ் டைபாஸ்பேட்டிலேயே முடிவடையும் ஒரு சுழலாக நடைபெறும். எனவே இது கால்வின் சுழல் எனப்படுகிறது.

வ. சீனுவாசன்

## பாஸ்பேட் கனிமம்

பாஸ்பேரின் இரண்டு முதன்மைக் கனிமங்கள் அப்படைட், பாஸ்பேட் பாறைகள் ஆகும். அப்படைட் இரு வகைப்படும். குளோர் அப்படைட் (3Ca<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. CaCl<sub>2</sub>), ஃபுளூர் அப்படைட் (3Ca<sub>3</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. CaF<sub>2</sub>) கனிமங்கள் அறுகோணப் பதிக தொகுதியைச் சேர்ந்தவை.

இவ்வகைப் பாஸ்பேட் கனிமங்களை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தி நீரில் கரையக்கூடிய சூப்பர் பாஸ்பேட் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. நைட்ரஜன், பாஸ்பேரஸ், பொட்டாசியம் சேர்மங்கள் தாவரங்களின் இன்றியமையாத சத்துணவுகள் ஆகும். இவற்றை நீரில் கரையும் தன்மையுள்ள உப்புக்களாகத் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும்படிச் செய்தால் அவை நன்கு வளரும். பெருகி வரும் மக்கள் தொகைக்கேற்ப, உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்கச் செயற்கை உரங்களின் தேவைகள் பெருகி வருகின்றன. மேலும் பாஸ்பேரஸ் கனிமம், பாஸ்பேரிக்



அமிலம் ஆகியன தீக்குச்சி, பூச்சிக்கொல்லி முதலியனவற்றின் உற்பத்தியில் பயன்படுகின்றன. இது கனிமப் பாதைகளில் பெக்மடைட்டுகள் கிடைக்கிறது. பறவைகளின் எச்சங்களிலிருந்தும் கடலிலிருந்து பாஸ்ஃபேட் உருளையாகவும் (nodules) பெறப்படுகிறது. நி. சந்திரசேகர்

## பாஸ்கரா - I

இந்தியாவில் வல்லபி என்னும் நகருக்கருகில் ஏறத்தாழ கி.பி.7 -ஆம் நூற்றாண்டில் பாஸ்கரா-1 (Bhaskara - I) என்னும் கணித அறிஞர் வாழ்ந்திருந்தார். அவர் ஆரியபட்டா I இன் நேரிடை மாணவராக இல்லையானாலும் ஆரியபட்டா - I இன் வானியல் பள்ளியில் இருந்திருக்கிறார் எனத் தெரிகிறது.

வானியல் பற்றிய முழு விவரங்களையும் எட்டுப் பிரிவாக அடக்கிய மகா பாஸ்கரியா (Maha Bhaskariya) என்னும் நூலும் ஆர்யபட்டா எழுதிய ஆர்யபட்டியா (Aryabhatiya) என்னும் நூலைப் பற்றிய குறிப்புகளடங்கிய ஆர்யபட்டியப் பாஸ்யா (Aryabhatiya bhasya) என்னும் நூலும், மகாபாஸ்கரிய நூலைச் சுருக்கி, எளிமைப்படுத்தி 8 - பிரிவுகளில் எழுதிய லகு பாஸ்கரியா (Laghu Bhaskariya) என்னும் நூலும் பாஸ்கரா எழுதியவையாகும்.

வானியலில் ஈடுபாடு மிகுந்திருப்பினும், முதற்படித் தேராச் சமன்பாடுகளின் (Indeterminate equation of the first degree) தீர்வுகளைக் காணும் முறையையும், அவை வானியலில் பயன்படுத்தப்படும் கணக்குகளையும் அவர் வெளியிட்டுள்ளார். இம்முறை, மேலும் சில சீர்திருத்தங் களுடன் ஆர்யபட்டா - II என்பாரால் கி.பி.950இல் வெளியிடப்பட்டது.

பங்கஜம் சுணேசன்

## பாஸ்கரா - II

கி.பி. 11ஆம் நூற்றாண்டில் மிகவும் புகழ்பெற்ற கணித நூல் லீலாவதியை எழுதியவர் பாஸ்கரா - II (Bhaskara - II) ஆவார். பாஸ்கராகார்யா என்றும் இவர் குறிப்பிடப்பட்டார். இவருடைய காலம் கி.பி. 1114 - 1200 எனத் தெரிகிறது.

லீலாவதி, பீஜ கணிதம், சித்தார்ந்த சிரோமணி என்னும் நூல்களும், கோள் இயக்கம் (planetary motion) பற்றி ஒரு நூலும், சித்தாந்த சிரோமணி பற்றித் தாமே விமர்சனம் வாசனாபாஸ்ய (Vasanabhasya) என்னும் நூலும் பாஸ்கரா எழுதியவையாகும்.

லீலாவதி என்னும் நூல், பிரம்மகுப்தா எழுதிய பிரம்மஸ்புட சித்தாந்த (Brahmasphuta siddhanta) மூதரா எழுதிய 'படி கணிதா' ஆர்யபட்டா - II எழுதிய 'மகாசித்தாந்தா' ஆகிய நூல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு எழுதப்பட்டதாகும். இந்நூலில் எண் கணிதம், வடிவக் கணிதம் சேர்மானமும் வரிசை மாற்றமும் (permutation and combination) பூஜ்யத்தைப் பயன்படுத்தும் முறை போன்றவை மிகவும் விரிவாகவும், எளிமையாகவும் எழுதப்பட்டுள்ளமையால், முகலாய மன்னர் அக்பரின் ஆணையின்படி கி.பி. 1587இல் ஃபைசி (Fyzi) என்பவரால் இவை பாரசீக் மொழியில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டன. பாஸ்கராவின் மகளான லீலாவதியின் பெயரில் இந்நூல் எழுதப்பட்டது என ஃபைசி எழுதிய மொழிபெயர்ப்பின் முன்னுரையிலிருந்து தெரிய வருகிறது.

பீஜ கணித நூலில், தெரியாக்கக்கூடியம் (unknown quantity) விகிதமுறாமுலம் (surda) ஒருபடி இருபடிச் சமன்பாடுகள், இருபடித் தேராச் சமன்பாடுகள் (Indeterminate equations of second degree), மூன்று, நான்கு படிகளையுடைய ஒருசில சமன்பாடுகள் ஆகியவை தீர்வுகளுடன் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. மேலும்  $ax^2 + bx + c = y^2$  என்னும் பொதுச் சமன்பாட்டின் முழுத் தீர்வையும் கண்டுபிடித்து எழுதியுள்ளார். எண்கோட்பாட்டில் இவர் பயன்படுத்திய ஒருமுறை சுழல் முறை (cyclic method) எனக் குறிக்கப்பட்டது. இதைப் பல மேனாட்டு அறிஞர்களும் ஏற்றுக் கொண்டுள்ளனர்.

சித்தாந்த சிரோமணியில், கோண கணிதம் இடம் பெற்றிருக்கிறது. நுண்கணிதத்தின் முதன்மையான சில கருத்துகளை நியூட்டன், லெபீனீஸ் ஆகியோர் தெரிவிக்கும் முன்னரேயே இவர் குறிப்பிட்டிருக்கிறார்.

பங்கஜம் சுணேசன்

## பாஸ்கல் தோற்றம்

காண்க: பாப்பஸ்தோற்றம்

$$0c_0$$
$$1c_0 \quad 1c_1$$
$$2c_0 \quad 2c_1 \quad 2c_2$$
$$3c_0 \quad 3c_1 \quad 3c_2 \quad 3c_3$$
$$4c_0 \quad 4c_1 \quad 4c_2 \quad 4c_3 \quad 4c_4$$
$$5c_0 \quad 5c_1 \quad 5c_2 \quad 5c_3 \quad 5c_4 \quad 5c_5$$
$$6c_0 \quad 6c_1 \quad 6c_2 \quad 6c_3 \quad 6c_4 \quad 6c_5 \quad 6c_6$$
$$7c_0 \quad 7c_1 \quad 7c_2 \quad 7c_3 \quad 7c_4 \quad 7c_5 \quad 7c_6 \quad 7c_7$$

**பங்கஜம் கணேசன்**

## 1

1 1

1 2 1

1 3 3 1

1 4 6 4 1

1 5 10 10 5 1

1 6 15 20 15 6 1

1 7 21 35 35 21 7 1



லூயி பாஸ்சர் 1822ஆம் ஆண்டு டிசம்பர்த் திங்கள் 27ஆம் நாள் கிழக்கு ஃபிரான்சிலுள்ள டோல் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். இவர் குடும்பத்தினர் தோல் பதனிடும் பணியைச்

செய்து வந்தனர். இளமைப் பருவத்தில் பாஸ்சர் ஓவியத்தில் மிகுந்த ஆர்வம் காட்டினார். அப்போது அவர்தம் பெற்றோர், நண்பர்கள் ஆகியோரைப் படம் வரைவார். அப்பயோஸ் என்னும் இடத்தில் தொடக்க, மேல்நிலைக் கல்வி பயின்ற பின்னர் பெசாங்கான் என்னும் இடத்தில் இளங்கலைப் பட்டத்தை 1840ஆம் ஆண்டிலும், ராயல் கல்லூரியில் இளங்கலை அறிவியல் பட்டத்தை 1842ஆம் ஆண்டிலும் பெற்றார். இதற்கடுத்த ஆண்டில் பாரிஸ் நகரில் அமைந்திருந்த புகழ் பெற்ற 'Ecole Normale Superieure' எனும் ஆசிரியர் பயிற்சிப் பள்ளியில் சேர்ந்தார். 1845இல் அறிவியலில் முதுகலைப்பட்டத்தை பெற்ற பின்னர் இயற்பிய அறிவியலில் முன்னோடிப் பட்டத்தைப் பெற்றார்.

1847ஆம் ஆண்டு முனைவர் பட்டத்தைப் பெற்றார். 1848ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 22ஆம் நாள், தனது 26 ஆம் வயதில் சில பொருள்கள் தாமே பிளவுற்று முனைவுடை ஒளியை இடமாகவும், வலமாகவும் சுழற்றும் தன்மையுடையவை என்னும் ஆய்வு முடிவை பாரிஸ் அறிவியல் கழகத்தில் வெளியிட்டார். டார்டாரிக் அமிலத்தைப் படி உருவியல் (crystallographic techniques) ஆய்வுகளுக்குட்படுத்தி இக்கண்டுபிடிப்பை அவர் வெளியிட்டார். இடஞ்சுழி, வலஞ்சுழி அமிலங்கள் இரண்டும் ஒரே அமைப்புடையன. ஆனாலும் அவை குறிப்பிடத்தக்க வேறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டிருந்தன. மேலும் அதுவரை அறியப்படாதிருந்த இடவலம்புரி நடுநிலை டார்டாரிக் அமிலமும் (racemic tartaric acid) இருப்பது தெரிய வந்தது. ஐஸ்ஹார்ட்ட் மிஸ்செர்லிக் (1794 - 1863) எனும் ஜெர்மானிய அறிவியலார் சாதாரண டார்டாரிக் அமிலம் முனைவுடை ஒளியால் பாதிப்படைவதையும், இடம்வலம்புரி நடுநிலை டார்டாரிக் அமிலம் அவ்வாறு தாக்கமுறாமையையும் விளக்கினார். இதில் ஆய்வு நிகழ்த்திக் கொண்டிருந்த பாஸ்சர் தம் ஆய்வு முறைகளால் இவ்வகை நடுநிலைக் கலவையில் இருவிதப் பிம்ப மாற்று வடிவங்கள் (இடம், வலம்) கலந்துள்ளமையைத் தெளிவாக்கினார். இதில் கலந்திருக்கும் படிகக் கலவையிலிருந்து அவ்விரு வடிவங்களையும் தனித்தனியேப் பிரித்தெடுத்தால் ஒரு படிகம் முனைவுடைத்தள ஒளியை வலமாகவும் மற்றொரு படிகம் அதே அலகு இடமாகவும் சுழற்றுவதும் தெரிய வந்தது. மேலும் இடவலம்புரி நடுநிலைக் கலவையின் ஒரு பகுதி நுண்ணுயிரிகளின் உணவாக அமைகிறது. ஆனால் மற்றொரு கூறு நுண்ணுயிரியால் உட்கொள்ளப்படுவதில்லை. பாஸ்சரின் தொடர்ச்சியான ஆய்வுகள் வேதிப் பொருள்களின் உயிரியல் பண்புகள் மூலக்கூறுகளிலிருந்தும் அணுக்களை

மட்டுமல்லாமல் அவை எவ்வாறு முப்பரிமாண வசத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைப் பொறுத்தும் அமைகின்றன என்று தெளிவாக்கின.

1848ஆம் ஆண்டில் பாஸ்சர் மேல்நிலைப்பள்ளி ஒன்றில் இயற்பியல் பேராசிரியராகப் பணியமர்த்தப்பட்டார். குறுகிய காலத்தில் இவர் ஸ்ட்ரோஸ்போர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் வேதியியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். 1849ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 29ஆம் நாள் அப்பல்கலைக்கழகத் தலைவருடைய மகளான மேரி லாரென்ட் எனும் அம்மையாரை மணம் புரிந்தார். 1854இல் லில்லிப் பல்கலைக்கழகத்தில் புதிதாகத் தொடங்கப்பட்ட அறிவியல் புலத்தின் தலைவராகப் பணியேற்று நவீன முறையில் பாடம் கற்பிக்கும் முறையை உருவாக்கினார். இக்காலக் கட்டத்தில் தானியம், பீட்டூட் கிழங்கு முதலியவற்றிலிருந்து ஆல்கஹால் தயாரிப்பதில் ஏற்படும் சிக்கல் குறித்து நொதித்தல் எனும் கருத்தை ஆராயத் தொடங்கினார். ஆல்கஹாலில் ஏற்படும் நொதித்தலைப் பற்றி ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கும் போதே பாலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்தும் (லாக்டிக் அமில நொதித்தல்) ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். இந்த ஆய்வுகளின் பயனாக ஈஸ்ட் எனும் நுண்ணுயிரி (நொதி) செயற்கை ஊடகத்திலும், காற்றில்லாச் சூழலிலும் தாமாகவே இன உற்பத்தி செய்து கொள்ளும் தன்மை வாய்ந்தது என்று தெரிய வந்தது. இது பாஸ்சர் விளைவு எனப்படுகிறது.

1857இல் பாஸ்சர் 'Ecole Normale Superieure' எனும் கல்விக் கூடத்தில் அறிவியல் பிரிவின் இயக்குநராகப் பணி பொறுப்பேற்றார். இங்கு நொதித்தல் தொடர்பான தம் ஆய்வை இவர் தொடர்ந்தார். இந்த ஆய்வுகளின் முடிவாகப் பின்வரும் கருத்தை வெளியிட்டார். நொதித்தல் எனும் உயிரியல் வினை நுண்ணுயிரிகளால் திகழ்கிறது. இவ்வகை நுண்ணுயிரிகள் இராவிடிலோ அல்லது அவை தேவையான அளவு பெருகாவிடிலோ நொதித்தல் தடைப்படும். இவ்வுண்மை விளக்கப்படும் முன்னர் நொதித்தல் தொடர்பான அனைத்துக் கருத்துகளும் ஆய்வுவழி மெய்ப்பிக்கப் படாமலேயே இருந்தன. ஆனால் பாஸ்சர் மோர் அல்லது பிரிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நுண்ணுயிரிகளைப் பாலில் செலுத்துவதால் புளிக்கச் செய்யலாம் என மெய்ப்பித்தார். இவ்வகை நுண்ணுயிரிகள் சேர்க்கப்படாவிடில் அது புளிப்பதில்லை.

1862இல் இவர் அறிவியல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். இதற்கடுத்த ஆண்டில் 'Ecole des Beaux - Arts' எனும் கழகத்தில் இவருக்குப் பதவி



அளிக்கப்பட்டு நுண்கலைகளுடன் தொடர்புடைய நிலையில், இயற்பியல், வேதியியல் ஆகிய பிரிவுகளில் புதிய பயிற்றுவிப்பு முறைகளை உருவாக்கக் கேட்டுக் கொள்ளப்பட்டார்.

அறிவியல் ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டுக் கொண்டிருந்த பாஸ்சர் 'Ecole Superieure'இன் இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்று அதன் நிருவாகத்தையும் கவனிக்க வேண்டியிருந்தது. இதனால் ஆய்வுகள் தடைப்பட்டன. எனவே, 1867ஆம் ஆண்டு அவர் இயக்குநர் பதவியிலிருந்து விலகினார். மன்னர் நெப்போலியன் III என்பாரின் உதவியோடு அதே கழகத்தில் உடலியங்கியல் வேதியியல் (physiological chemistry) எனும் ஒரு துறை உருவாக்கப்பட்டு அதன் தலைவராகப் பாஸ்சர் பணியமர்த்தப்பட்டார்.

நொதித்தல் தொடர்பான ஆய்விலிருந்து பிரிதோர் உண்மை தெளிவாகிறது. உயிரற்றப் பொருள்களிலிருந்து உயிர் தோன்றும் எனும் (spontaneous generation) பழங்கால உண்மை தவறு என்றும், ஓர் உயிரியிலிருந்தே வேறோர் உயிரி உண்டாக இயலும் என்றும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. லாக்டிக் அமிலம், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் நொதித்தல் வினை காற்றை உட்செலுத்துவதால் விரைவுபடுத்தப்படுவது தெரிந்தது. எனவே கண்ணுக்குப் புலப்படாத மீநுண்ணுயிரிகள் காற்றில் கலந்திருக்க வேண்டும் அல்லது தொடர்ச்சியாக உற்பத்திச் செய்யப்பட வேண்டும். காற்றிலிருந்து நுண்ணுயிரிகள் செல்லாதவாறு பால், இறைச்சி ஆகியவற்றைக் கெடாமல் (நொதித்தல் ஏற்படாமல்) காக்கலாம் என விளக்கிக் காட்டினார். நுண்ணுயிரிகள் காற்றில் இருக்கின்றன. அவையே நொதித்தல், கெடுதல் (அழுகல்) போன்ற உயிரியல் வினைகளுக்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன எனும் உண்மை இங்கிலாந்திலிருந்த லிஸ்டர் எனும் மருத்துவர் காயங்களில் சீழ்பிடிக்காமல் இருப்பதற்கு மனித மூச்சு, கத்தி, பஞ்சு முதலியவற்றிலும், புண்ணிலும் நுண்ணுயிரிகள் சேராமல் மருத்துவம் செய்யும் சீழ் எதிர் (antiseptic) மருத்துவத்தில் பயன்பட்டது.

நொதித்தல் ஆய்வின் பயனாக காடி, ஒயின், பீர் முதலியவை கெடாமலும்; பண்பும் சுவையும் மாறாமலும் நெடுநாள் வைத்திருக்க வழி ஏற்பட்டது. ஃபிரான்ஸ் நாட்டுப் பொருளாதாரத்தில் பெரும் பங்கேற்கும் காடி, ஒயின் ஆகியவற்றின் பாதுகாப்பு முறைகளின் கண்டுபிடிப்பால் அதன் பொருளாதார வளர்ச்சி மேம்பட்டது. அ.க.15-22அ

பாஸ்சர் முறைப்படி, கேடுதரும் நுண்ணுயிரிகளை (germs) வெப்பத்தால் அழித்துவிட்டால் மேற்சொன்ன பொருள்களைக் கெடுவதின்னிறு பாதுகாப்பதோடு அவற்றை நெடுந் தொலைவிற்கு எடுத்துச் செல்வதும் எளிதாகிறது.

1865ஆம் ஆண்டில் ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் பட்டுத் தொழில் நகிலும் நிலை ஏற்பட்டது. பட்டுப் பூச்சிகள் நோய்ப்பட்டுப் பெருமளவில் அழிந்தன. ஃபிரான்ஸ் அரசு கேட்டுக் கொண்டதற்கிணங்கப் பாஸ்சர் இது குறித்து ஆராயத் தொடங்கினார். இந்த ஆராய்வை மேற்கொள்ள பாஸ்சர் பட்டுத்தொழில் சிறப்பாக நடைபெறும், ஃபிரான்ஸின் தென்பகுதிக்குச் சென்றார். மூன்றாண்டுகள் ஐடைவிடாத ஆய்வின் பலனாக இரு வகை நோய் உண்டாகக் கூடிய பாக்டீரியை (bacteria) கண்டுபிடிப்பதில் பிரித்தெடுத்திருப்பதாகவும் நோய்ப்பட்ட புழுக்களைத் தனியே பிரித்து அழித்து விட்டால் மற்ற, புழுக்களுக்கு நோய் ஏற்படாமல் தடுக்கலாம் என்றும் விளக்கினார்.

1868ஆம் ஆண்டு இவருக்கு பக்கவாதம் ஏற்பட்டது. எனவே பல்கலைக்கழகப் பதவியிலிருந்து தம்மை விடுவிக்குமாறு கேட்டுக்கொண்டார். ஆனாலும் இவர் தம் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்தார். 1873ஆம் ஆண்டு மருத்துவக் கழக உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1874ஆம் ஆண்டு ஃபிரான்ஸ் அரசு இவருக்கு ஒரு சலுகை வழங்கியது. இவர்தம் ஆய்வுகளின்போது பொருளாதார இழப்பு ஏற்பட்டால் அதற்குக் காப்புறுதி வழங்குவதாக அரசு அறிவித்தது. 1881ஆம் ஆண்டுத் தொடக்கத்தில் பாஸ்சர் விலங்குகளுக்கும், மக்களுக்கும் வரும் நோய்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்தார். ஆந்தராக்ஸ் (anthrax) எனும் நோயால் கால்நடைகள் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க ஒரு தடுப்புப் பாலை (vaccine) கண்டுபிடித்தார். இதேபோல் கோழிகளுக்கு ஏற்படும் காலரா நோயைத் தடுப்பதற்குரிய தடுப்புப்பாலை உருவாக்கினார். ஒருமுறை நோயால் தாக்கப்பட்ட விலங்கு இனங்களின் உடலில் அந்நோய் எதிர்ப்பாற்றல் உருவாகி விடுவதால் மீண்டும் அவை பாதிப்படவதில்லை என்பதைத் கண்டறிந்தார்.

1882ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 27ஆம் நாள் பாஸ்சர் 'Academic Francaise' கழகத்தில் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். அப்போது வெறிநாய்கடிக்கு மருத்துவம் அளிப்பது குறித்து ஆராயத் தொடங்கினார். வெறிநாயின் எச்சிலை எடுத்து அதனை விலங்குகளின் உடலில் செலுத்தி ஆய்வு செய்து இவ் விலங்குகள் வைரஸ் எனும் நுண்ணுயிரியை உருவாக்கிவிட்டன. மேலும்

இவை நரம்பு மையத்தைத் தாக்கும் பண்புடையன என்றும் அறிந்தார். வெறிநாய் கடித்த பிறகு அந்நோய் மேலும் பரவாமல் இருக்க உட்சென்ற நுண்ணுயிரியை அழிக்கும் மருந்தைக் கண்டுபிடித்து அதை ஆய்வகத்தில் விலங்கினங்களின் உடலில் செலுத்தி ஆய்வு செய்தார். இதனால் பெரும்பயன் கிட்டவே அதை மனிதர்களிடத்தில் செலுத்தி ஆய்வு செய்ய விரும்பினார். 1885ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் 6ஆம்நாள் வெறிநாய்க்கடியால் தாக்கப்பட்ட ஜோசப் மெய்ஸ்டர் எனும் ஒன்பது வயது சிறுவனின் உடலில் தாம் கண்டுபிடித்த மருந்தைச் செலுத்தி அவனை நலமாக்கினார். இதன் மூலம் ஒரு கொடிய நோய்க்குத் தக்க மருத்துவம் கிடைத்தது.

1888இல் பாரிசில் பாஸ்டர் கழகம் (Pasteur Institute) என்பது பாஸ்சரால் நிறுவப்பட்டு அங்கு வெறிநாய்க்கடி பற்றிய ஆய்வு தடுப்புமுறை, மருத்துவம் ஆகியன விவாதிக்கப்பட்டன. பாஸ்சரின் உடல் நலம் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டிருந்தபோதிலும் அவர் காலமாகும் வரை அந்நிறுவனத்தின் தலைவராகவே இருந்து பெருந்தொண்டாற்றினார்.

19ம் நூற்றாண்டில் அறிவியல் ஆய்வுகளில் பாஸ்சர் பல நவீன மாறுதல்களை ஏற்படுத்தினார். நோய் ஏற்படும் காரணங்களை அவற்றின் சூழ்நிலை வழியே ஆராய்ந்து, அது ஏற்படுவதற்கான அடிப்படையை அறிந்து, அந்நோயை நலப்படுத்தித் தேவையான மருத்துவ உத்திகளைக் கண்டுபிடித்துச் செயலாற்றினார். பாஸ்சர் எதையும் தெளிவாக உடனுக்குடன் புரிந்து கொள்ளும் ஆர்வமுடையவர். அறிவியலின் பயன் மருத்துவம், வேளாண்மை, தொழில் துறை ஆகியவற்றிற்குக் கிட்ட வேண்டுமென்ற பேரார்வம் பாஸ்சருக்கு இருந்தது. தம் எண்ணங்கள் குறித்த உறுதியான மனவலிமையுடன் எதிர்வாதங்களை கடுமையாக சாடுவார். இவர் பேச்சும், எழுத்தும் அவர்தம் கொள்கையில் கொண்ட பிடிப்பைக் காட்டுவனவாக அமையும். பழங்கொள்கையை (spontaneous generation) எதிர்த்து இவர் சொன்ன கருத்துகளுக்கும், வெறிநாய்க்கடி பற்றிய இவரின் எண்ணங்களுக்கும் பொது மக்களிடமிருந்தும், மருத்துவர்களிடமிருந்தும் பெரும் எதிர்ப்பு ஏற்பட்டது. பாஸ்சருக்கும், இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த சர்ஜோசேப் லிஸ்டர் (1827 - 1912) எனும் அறுவை மருத்துவருக்கும் இடையே உயரிய நட்பு இருந்து வந்தது. பாஸ்சரின் கண்டுபிடிப்புகளை உடனுக்குடன் தம் துறையில் பயன்படுத்தி அவருக்கு ஊக்கமளித்தார் லிஸ்டர்.

இவரது நூல்களான 'Oeuvres Completes' (ஏழு தொகுதிகள் 1922 - 39), 'Correspondence' (1840 - 1895) நான்கு தொகுதிகள் (1940 - 51) ஆகியவை அவரது பேரனான ஜோசேப் லூயி பாஸ்சர் வெல்லாரி ராடர்ட் என்பாரால் பதிப்பித்து வெளியிடப்பட்டன. லூயிபாஸ்சர் பார்ஸ் நகருக்கு அருகில் இருக்கும் செயின்ட் கிளவுட் என்னும் இடத்தில் 1895ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர்த் திங்கள் 28ஆம் நாள் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

## பாஸ் நீர்ச்சந்தி

இது ஆஸ்திரேலியாவின் பெரும் நிலப்பரப்புக்கும் டாஸ்மேனியா தீவுக்கும் இடையேயுள்ள நீர்ச்சந்தி ஆகும். பாஸ் நீர்ச்சந்தி (Bass strait) ஆஸ்திரேலியாவின் வடக்கு மற்றும் கிழக்குத் துறைமுகங்களை இணைக்கும் முதன்மையான கடல் வழியாக அமைகிறது. இதன் பரப்பளவு 115 ச.கி.மீ. ஆகவும் ஆழம் 60 மீட்டர் ஆகவும் உள்ளன. நீர்ச்சந்தியின் மைய மற்றும் வடமேற்குப் பகுதிகள் வழியாக 75 - 80 மீ. ஆழம் கொண்ட கால்வாய் ஒன்று செல்கிறது. வசந்த காலத்தின் தொடக்கத்திலும், குளிர்காலத்திலும் பொதுவாகத் தெற்குக் கடல் நீர் இந்நீர்ச்சந்தியின் மேற்கு முகமாக நெருங்குகிறது. ஆனால் நவம்பர், டிசம்பர் மாதங்களில் நீரோட்டம் மாறுபட்ட நிலையில் காணப்படுகிறது. இதனால் பாஸ் நீர்ச்சந்தியின் வெப்பமும் உப்புத்தன்மையும் பெருமளவில் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஏப்ரல், ஜூன் மாதங்களில் இந்நீரின் உப்புத்தன்மை 35.40% - 35.50% அளவில் அமைகிறது. இதன் வெப்பநிலை 14°C - 16°C இருக்கும். இந்த அளவுகள் டாஸ்மேனியாவின் மேற்கிலுள்ள தென் கடற்பகுதி நீரின் அளவை ஒத்திருக்கும் ஜூலை, அக்டோபர் மாதங்களில் உவர்ப்பு மிகு கொண்ட (35, 60%) நீர் இதனுள் பாய்கிறது. விக்டோரியா கடற்பகுதியோரமாக உவர்ப்பு குறைந்த நீர் (35 - 35.30%) வசந்தகாலத்திலும் கோடைக்காலத்திலும் காணப்படுகிறது. இதன் நீர்ச்சந்தியில் உவர்ப்பு குறைவினால் எவ்விதப் பெரிய மாற்றமோ, விளைவோ ஏற்படுவதில்லை. இந்நீர்ச்சந்தியில் சுறா மீன்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

ம.அ. மோகன்



## பிக்கார்டு, கிரீன்லீஃப் விட்டியர்

இவர் ஓர் அமெரிக்க மின்பொறிஞர் ஆவார். அமெரிக்காவில் மெயின் மாநிலத்தில் உள்ள போர்ட்லாந்தில் 1877 ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரித் திங்கள் 14 ஆம் நாள் இவர் பிறந்தார். ஹார்வார்டு பல்கலைக்கழகத்திலும் பின்னர் மசாசூசெட்ஸ் தொழில்நுட்பக் கல்விக்கூடத்திலும் பயின்றார்.

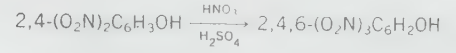
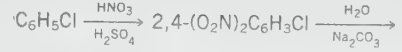
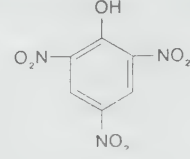
1899 ஆம் ஆண்டு முதன் முறையாக 16 கி.மீ. தொலைவிற்கு வாய்மொழியாகச் செய்திகளை மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்திப் பரப்பியும், கரிஃகினால் ஆன ஒரு பண்பிறக்கியைக் கொண்டு, பேச்சலைகளை மின்காந்த ரேடியோ அலைகளிலிருந்து பிரித்து மீண்டும் பேச்சலைகளாக மாற்றியும் பல செய்முறைகளைக் கண்டறிந்தார்.

ரேடியோ அலைகளைப் படிக்கக் கொண்டு பண்பிறக்கம் (crystal detection) செய்யும் முறையையும் முதன் முறையாகக் கண்டுபிடித்தார். மின்காந்த அலைகளைக் கொண்டு பேச்சொலியை மின்கம்பி உதவியின்றிப் பரப்பிடும் முறையையும் கண்டறிந்து செயற்படுத்திக் காட்டினார். மேலும் அமெரிக்கத் தொலைபேசி நிறுவனத்தில் பணியாற்றும்போது ரேடியோ தொலைபேசியை உருவாக்கினார்.

வெப்பமின் வால்வுகள் (thermionic valves) கண்டுபிடிக்கப்படும் வரை பிக்கார்டு கண்டுபிடித்த படிக்கம்பிப் (catswhisker) பண்பிறக்கியே ரேடியோ அலைவாங்கிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டது. பிக்கார்டுப்ரான்ஸ் என்னும் பெரும் தொழிற்கூடத்தின் தலைவராகச் சிறிது காலம் பிக்கார்டு பணியாற்றினார். 1956 ஆம் ஆண்டு ஜனவரியில் மசாசூசெட்சில் இவர் காலமானார்.

எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

செய்தால் டைநைட்ரோ பெறுதி உண்டாகிறது. பின்னர் சோடியம் கார்போனேட் கரைசலைக் கொண்டு அதிலுள்ள குளோரினை ஹைட்ராக்சைடு தொகுதியாக மாற்றிவிடலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் சேர்மத்தை நைட்ரோ ஏற்றம் செய்தால் பிக்ரிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.



இது மஞ்சள் நிறப் படிக்கமாகக் கிடைக்கிறது. இதன் உருகுநிலை 122°C. மிகவும் கசப்புத் தன்மையுடையதால் இதற்குப் பிக்ரிக் அமிலம் என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. இது சுடுநீரிலும் கரிமக் கரைப்பான்களிலும் கரைகிறது. இது ஃபீனாலை விட மிகை அமிலத் தன்மையுடையதாகும். இது அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன், அமின் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து படிக்கச் சேர்மங்களைக் கொடுப்பதாலும் அவை திட்டமான உருகுநிலைகளைப் பெற்றுள்ளமையாலும் பிக்ரிக் அமிலம் ஹைட்ரோகோர்பன், அமின்களைக் கண்டறிவதற்குச் சிறந்த வினைப்பொருளாக விளங்குகிறது. பிக்ரிக் அமிலம் புண்ணை ஆற்றும் மருந்தாகவும் பட்டு, கம்பளி முதலியவற்றிற்கு ஏற்ற சாயப் பொருளாகவும், சிறப்பாக வெடிமருந்தாகவும் பயனாகிறது.

த. தெய்வீகன்

## பிக்ரிக் அமிலம்

இது 2, 4, 6 - டிரை நைட்ரோ ஃபீனால் என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இது ஃபீனாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. ஃபீனாலை அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் சல்ஃபோனேற்றம் செய்து பின்னர் அதனை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தினால் பிக்ரிக் அமிலம் (picric acid) உண்டாகிறது.

மேலும் இதைக் குளோரோ பென்சீனை அடர் நைட்ரிக் அமிலம் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கலவையைக் கொண்டு உயர் வெப்ப அழுத்தத்தில் நைட்ரோ ஏற்றம் (nitration)

## பிக்னோகோனிடை

இது மிகச் சிறிய கடல்வாழ் கணுக்காலி ஆகும். பிக்னோகோனிடை (pycnogonida) அல்லது பேண்ட்டாப் போடா (pantopoda) எனும் பிரிவைச் சேர்ந்தது. மிகச் சிறிய உடலும், மெல்லிய நீளமான கால்களும் பெற்றுள்ளமையால் இதனைக் கடற்சிலந்தி என்பர். இது சிலந்தியினின்று முற்றிலும் வேறுபட்ட உடற் கட்டமைப்பு உடையது. கடலோரப் பகுதிகளில் தொடங்கி 400 மீ. ஆழமுள்ள கடற்பகுதி வரையிலும் இதைக் காணமுடிகிறது. பிக்னோ கோண்டு துருவக் கடல்களில் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

பிக்னோகோண்டின் உடல்தீளம் 3 - 500 மி.மீ. உள்ளது. இதன் உடற் கண்டங்கள் தெளிவாகத் தெரியும். உடலின் முன்பகுதியாகிய தலைமார்புப் பகுதியின் முன்முனையில் தலை முன்தீட்சி (proboscis) காணப்படுகிறது. உறிஞ்சும் தன்மையுள்ள வாய் இந்நீட்சியினுள் அமைந்திருக்கிறது. தலையின் மேற்பக்கத்தில் நான்கு சிறு தனிக்கண்கள் (ocelli) காணப்படும். இந்த உடற்பகுதியுடன் நான்கு இரட்டை இணையுறுப்புகள் அமைந்துள்ளன. அவை முறையே முன்னிருந்து பின்னாகக் காணப்படும் கிடுக்கி நுனியுள்ள கெலிசெராக்கள் (chelecerae), மெல்லிய நீளமான பெடிபால்புகள் (pedipalp) 10 கணுக்களுள்ள நீண்ட மெல்லிய சிணைக்கால்கள் (ovigerous legs), நடைக்கால்கள் (walking legs) என்பனவாகும்.

பிக்னோகோனியம் போன்ற சில இனங்களில் கெலிசெராக்களும் பெடிபால்புகளும் இல்லை. சிணைக் கால்களின் உதவியால் ஆண்கள் முட்டைகளைச் சுமந்து செல்கின்றன. பெண்களில் இக்கால்கள் குறைவுற்ற நிலையில் அல்லது முற்றிலும் மறைந்த நிலையில் உள்ளன. பிக்னோகோனிடியம் (pyncogonidium), போக்சிச்சிலஸ் (phoxichilus) ஆகிய இனங்களில் பெண்ணுயிரிகள் சிணைக்கால்கள் முற்றிலும் அற்றுப்போய்விட்டன. தலைமார்புப் பகுதிக்குப் பின்னால் மார்புப் பகுதி உள்ளது. இப்பகுதியில் மூன்று உடற்கண்டங்கள் உள்ளன. அவற்றுடன் மூன்று இணை நடைக்கால்கள் இணைந்துள்ளன. நீளமான கால்கள், எட்டு அல்லது ஒன்பது கணுக்கள் உடையவை. கால்களின் நுனியில் கூர்நகங்கள் காணப்படும். மாற்பை அடுத்துள்ள மிகச் சிறிய வயிற்றுப்பகுதி கண்டங்களாகப் பிரிக்கப் படவில்லை. இணையுறுப்பு இதில் காணப்படவில்லை.

பிக்னோகோண்டு கடல் அடிப்பரப்பிலோ அங்குள்ள செடிகளிலோ இடம் பெயராத விலங்குகளின் மேலோ ஊர்ந்து வாழும் தன்மையுடையது. ஊனுண்ணியான இது கடற்சாந்தி, பவளயுயிரி, புரையுடலி, பிறையோசோவா போன்ற கடல்வாழ் உயிரிகளின் உடல்தீர்மத்தை உறிஞ்சி உட்கொண்டு வாழ்கிறது. குடலுடன் இணைந்துள்ள மெல்லிய நீண்ட முட்டுக் குழாய்கள் கால்களுக்குள்ளும் செல்கின்றன. மால்பிஜிய நுண்குழாய்கள் இல்லை. உடலின் புறஉறையில் (cuticle) பல நுண் உட்குழிகள் உள்ளன. இவை மிகு நுண்குழிகள் வழியாக வெளியே திறக்கின்றன. இவ்வமைப்புகள் சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. குழாய்போன்ற அமைப்புகளையே இதயத்துல் இரண்டு அல்லது மூன்று இணை இதய மருத்து துளைகள் உள்ளன. நரம்பு மண்டலத்தில் தொண்டை மேற்றிரட்சி, தொண்டை

கீழ்த்திரட்சி, கண்டத்திரட்சி இவற்றை இணைக்கும் கீழ் இரட்டை நரம்பு வடம் ஆகியன உள்ளன.

பிக்னோகோண்டு ஒருபால் உயிரியாகும். ஆண் உயிரிகளில் குழாய் போன்ற ஓர் இணை விந்தகங்கள் (testes) உள்ளன. இவற்றிலிருந்து இணைகளாகத் தொடங்கும் கீழ்து நாளங்கள் கால்களின் அடிப்பகுதியில் வெளியே திறக்கின்றன. பெண்களில் இணையாக அமைந்த சிணையங்கள் (ovaries) உள்ளன. இணைகளாக அமைந்துள்ள சிணையனு நாளங்கள் கால்களின் அடிப்பகுதியில் திறக்கின்றன. இவற்றில் புறக் கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. கால்களிலுள்ள சாந்துச் சுரப்பியின் (cement gland) சுரப்புகளால் முட்டைகள் ஒன்றாகத் திரட்டப்படுகின்றன. முட்டைகள் பொரிந்து இளவுயிரி வெளிவரும் வரை ஆண்கள் முட்டைகளைத் தம் சிணைக் கால்களால் சுமந்து செல்கின்றன. இதன் இளவுயிரியை புரோட்டோநிம்ஃபான் (protonymphon) என்பர். இதில் மூன்று இணை இணையுறுப்பு உள்ளது. தோற்றத்தில் ஒட்டுடலியின் (crustacea) இளவுயிரியான நாப்ளியலினை (nauplius) ஒத்திருக்கும் இது, வளர் உருமாற்றம் அடைந்து இனம் பிக்னோகோனிடாவாக மாறுகிறது.

பிக்னோகோனிடா வகுப்பு ஆறு குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் தலைமுன்தீட்சம், கெலிசெரா, பால்பு உள்ளதா அல்லது இல்லையா பால்பு கால்களில் உள்ள கணுக்களின் எண்ணிக்கை ஆகிய பல பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிக்னோகோண்டு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

நிம்போனிடே குடும்பம். இதற்குப் பெரிய அசையாத தலை முன்தீட்சி உள்ளது. இதன் கெலிசெரா பெரியது. 5 - 7 கணுக்களுள்ள பெடிப்பால்பு 10 கணுக்களுள்ள சிணைக்கால் ஆகியன ஆண், பெண் ஆகிய இருபால் உயிரிகளிலும் உள்ளன. இதன் நுனிக் கரணையில் ஒரு வரிசைக் கூர்முள்கள் உள்ளன. நிம்பான் லாண்ஜிகாடேட்டம் (nymphon longicaudatum) மன்னார் வளைகுடாவில் காணப்படுகின்றன. நிம்பான் அந்தமானென்சே (nymphon andamanense) அந்தமான் கடற்பகுதிகளில் வாழ்கின்றன.

போக்சிச்சில்லிடே குடும்பம். பெரிய அசையாத தலைமுன்தீட்சி, பெடிப்பால்பு இதற்கு இல்லை. சிலபோது குறுநீட்சியாக (papillae) உள்ளது. சிணைக்கால் ஆண்களில் மட்டும் காணப்படும். இக்கால்களில் சில கூர்முட்களே உள்ளன. ௭-௮: அனோப்ளோடேக்கடலஸ் இன்வெஸ்டிகேட்டாரிஸ் (anoplodactylus investigatoris). இது சென்னை துறைமுகப்பகுதியில் காணப்படுகிறது.



பள்ளெனிடே குடும்பம். அசையாது இணைந்துள்ள தலைமுன்னீட்சியுடைய இதற்குக் கெலிசெரா, பெடிப்பால்ப்பு ஆகியன இல்லை அல்லது குறைவுற்றுக் காணப்படுகின்றன. ஏழு கணுக்களுள்ள சினைக்கால் ஆண்களில் மட்டும் உள்ளது. எண்டெய்ஸ் இனத்தைச் சேர்ந்த மூன்று சிறப்பு வகைகள் இந்தியக் கடல்களில் ஆழம் குறைவான இடங்களில் வாழ்கின்றன.

கோலோசெண்டிடே குடும்பம். இதன் தலைமுன்னீட்சி அசையக்கூடியது. கெலிசெரா குறைவுற்றோ முற்றிலும் இராமலே அமைந்திருக்கும் பெடிப்பால்ப்பு முழுவளர்ச்சிய டைந்துள்ளது. சினைக்கால் இருபால் உயிரிகளிலும் உள்ளது. இதன் நுனிக்கரணையில் கூர்முள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன. சான்றாக கோலோசெண்டிஸ் மசெரினா (colosendeis macerina) என்பது இந்தியக் கடலின் கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

யுரிசிடே குடும்பம். இது அசையக்கூடிய தலைமுன்னீட்சியும், முற்றுப்பெறாத கிடுக்கி அமைப்புடைய கெலிசெராவும் பெற்றுள்ளது. அஸ்கோரிங்கன் (ascorhynchus) என்பது மன்னார் வளைகுடாவில் காணப்படுகிறது.

பிக்னோகோணிடே குடும்பம். கெலிசெரா, பெடிப்பால்ப்பு இதற்கு இல்லை. ஒன்பது கணுக்களுள்ள சினைக்கால் ஆண்களில் மட்டும் உள்ளது. உடலும் கால்களும் குட்டையாகவும், தடித்தும் இருக்கும். பிக்னோகோணம் (pyncogoum) வட அட்லாண்டிக், ஐப்பானிய கடலோரப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

இன்றைய பிக்னோகோண்டின் வயிறு குறைவுற்றும் கண்ட அமைப்பற்றும் காணப்பட்டாலும், புதை படிவங்களாகக் காணப்படும் இதன் மூதாதையரின் வயிற்றுப்பகுதி கண்டக்கட்டமைப்புப் பெற்றுள்ளது. எ-டு: பேலியே அய்சோபஸ் பிராப்ளமேட்டிகள். பிக்னோகோண்டு பொதுவாகக் கணுக்காலித் தொகுதியில் அராக்னிடா வகுப்பை அடுத்துப் பிக்னோகோனிடா அல்லது பேண்ட்டாப்போடா எனப்படும் ஒரு தனி வகுப்பாக வகைப்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் சிலர் இதன் சிறப்புப் பண்புகளாகிய பல இணை இனப்புழை, சினைக்கால், தெளிவான கண்ட அமைப்புடைய மார்பு ஆகியவற்றின் காரணமாக இதைக் கணுக்காலித் தொகுதியில் பிக்னோகோனிடா என்னும் ஒரு தனி உள்தொகுதியாக வகைப்படுத்த வேண்டும் எனக் கருதுகின்றனர்.

ந. முத்துக்குமாரசாமி

## பி. கே. குறியீடு

அமிலம், காரம் ஆகியவற்றின் பிரிகை மாறிலிகளை எளிதில் ஒப்பிட உதவும் பொருட்டுப் பி.கே. குறியீடுகள் (P.K. notations) பயன்படுகின்றன. இந்த அளவீட்டு முறை ஒரு கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவைக் குறிப்பதற்கு PH குறியீட்டைப் பயன்படுத்துவதை ஒத்ததாகும்.

ஓர் அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலியை அவ்வமிலத்தின் அயனியாதல் வினையின் சமநிலை மாறிலி (equilibrium constant) எனலாம். வலிகுன்றிய குறைந்த அளவே அயனியாகப் பிரிகை அடைகிறது. HA என்ற அமிலம் அயனியாகப் பிரிகையடைந்தப் பின்னர் சமநிலையை அடைகிறது.



மேற்கூறிய அயனிச் சமநிலைக்கு நிறைதாக்க விதியைப் (law of mass action) பயன்படுத்தி அமிலத்தின் அயனியாகு மாறிலி அல்லது பிரிகை மாறிலியின் K மதிப்பைக் கண்டறியலாம்.

$$K_a = \frac{(H^+) (A^-)}{(HA)}$$

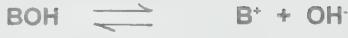
அசெட்டிக் அமிலம் ஒரு வலிமை குறைந்த அமிலமாகும். எனவே, கரைசலில் சிறிதளவே அசெட்டேட் அயனியாகவும் ஹைட்ரஜன் அயனியாகவும் பிரிகை அடைகின்றது. ஒரு மோல் அசெட்டிக் அமிலத்தின் எப்பின்னம் பிரிகையடைந்து அயனியாக உள்ளதோ அப்பின்னமே அவ்வமிலத்தின் பிரிகை வீதமாகும்.

ஓர் அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலியின் மதிப்பைக் கொண்டு அதன் PK மதிப்பைக் குறிப்பிடலாம்.

$$PK_a = -\log_{10} K_a$$

அதாவது, ஓர் அமிலத்தின் PK மதிப்பு எனப்படுவது அதன் பிரிகை மாறிலியின் 10ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட மடக்கையின் எதிர்க்குறி எண்ணாகும். எடுத்துக்காட்டாக, அசெட்டிக் அமிலத்தின் பிரிகை மாறிலி  $1.8 \times 10^{-5}$  ஆகும். அதன் PK மதிப்பு  $PK_a = -\log_{10} 1.8 \times 10^{-5}$  அல்லது  $PK_a = 4.7447$  அமிலங்களைப் போலவே வலி குன்றிய காரங்களின் பிரிகை (அயனியாகு) மாறிலிகளைக் கொண்டு அவற்றின் PK மதிப்பைக் குறிப்பிடலாம்.

வலிமை குன்றிய BOH என்னும் காரக் கரைசலில் சிறிதளவே அயனியாகப் பிரிகையடைந்து சமநிலையை அடைகிறது.



காரத்தின் பிரிகை மாறிலியைக் ( $K_b$  எனப்படுவது) பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$K_b = \frac{(\text{B}^+) (\text{OH}^-)}{(\text{BOH})}$$

காரத்தின் பிரிகை மாறிலியைக் கொண்டு அதன் பி.கே. மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{PK}_b = -\log_{10} K_b$$

அதாவது, ஒரு காரத்தின் PK மதிப்பு எனப்படுவது அதன் பிரிகை மாறிலியின் 10ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட மடக்கையின் எதிர்க்குறி எண்ணாகும். எடுத்துக்காட்டாக, அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடின் பிரிகை மாறிலி  $1.75 \times 10^{-5}$  ஆகும். அதன் பி.கே. மதிப்பானது

$$\text{PK}_b = -\log_{10} 1.75 \times 10^{-5}$$

$$\text{PK}_b = 4.757$$

வலிவு குன்றிய அமிலங்களின் PK மதிப்பை அவற்றின் மின் கடத்துத்திறன் அளவுகளிலிருந்து கணக்கிடலாம். கொடுக்கப்பட்ட ஓர் அமில அல்லது உப்புக் கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவை அளவிட்டு PK மதிப்புகளைப் பெறலாம். சில அமிலங்களின் PK மதிப்புகளை ஒப்பிட்டு, அவற்றின் வலிமைப் பற்றிய செய்திகளை அறியலாம்.

1. மெத்தேன்  $\text{CH}_4$  மெத்தனால்  $\text{CH}_3 - \text{OH}$

$\text{PK}_a = 43$   $\text{PK}_a = 16$

குன்றியது வலி மிக்கது

கார்பன் அனுவைவிட ஆக்சிஜன் அணு கூடுதல் எலக்ட்ரான் கவர் தன்மை கொண்டது. எனவே மெத்தனால் வலிவு மிக்கதாக உள்ளது.

மெத்தனால்  $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{H}$  ஃபார்மிக் அமிலம்

$\text{PK}_a = 16$   $\text{PK}_a = 3.77$

வலி குன்றியது வலி மிக்கது

ஃபார்மிக் அமிலத்திலுள்ள கார்போனைல் தொகுதி  $\text{C} = \text{O}$  எலக்ட்ரான் கவர் தொகுதியாகும். எனவே, அமிலப் புரோட்டான் எளிதில் விடுபட இயலும். மேலும், ஃபார்மிக்

அமிலத்திலிருந்து ஒரு புரோட்டான் நீங்கிய பிறகு பெறப்படும் ஃபார்மேட் எதிரயனி ( $\text{HCOO}^-$ ) உடனியைவால் நிலைப்புத் தன்மை அடையும் இயல்புடையது. எனவே, மெத்தனாலவிட ஃபார்மிக் அமிலம் வலி மிக்கதாகச் செயல்படுகிறது. இவ்வாறாக அமிலம், காரம் ஆகியவற்றின் PK குறியீட்டு மதிப்புகளைக் கொண்டு அவற்றின் திறன்களை ஒப்பிட இயலும்.

இரா. இலக்குமணன்

## பிசின் (தாவரவியல்)

சிலவகை மரங்களில் பட்டை தானாக வெடித்தோ பட்டையில் காயங்கள் ஏற்படும்போதோ அவ்விடங்களிலிருந்து நீர்மம் வழிந்து பின்னர் கட்டியாகும். இதுவே பிசின் (resin) அல்லது கோந்து எனப்படும். பிசின் செல் சுவர்களிலிருந்து தோன்றுகிறது. உள் திசுக்களின் அழிவால் செல்லுலோஸ் சிதைந்து கோந்தாக மாறுகிறது. பிசின் வெளியேறுவதால் இதற்குக் கண்ணீர்த்துளிகள் (tears) என்று பெயர். இத்துளிகள் காற்றில் உலர்ந்துவிடுகின்றன. கோந்தைப் பட்டைகளிலிருந்து சுரண்டி எடுத்து விற்பதுண்டு. இது ஒரு சிக்கலான கார்போஹைட்ரேட் அடங்கிய பொருளாகும். பிசின் அராபினோஸ், கேலக்டோஸ், ரேமனோஸ் என்று பல சர்க்கரைப் பொருள்களாலும் யுரோனிக், அராபிக் உப்புகளாலும் ஆனது. கோந்து ஓரளவு விலங்குகளிடத்திலிருந்தும் கிடைக்கிறது. வறண்ட பகுதி, தாவரங்களில் பிசின் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. கருவேல், வேங்கை, ஒதி, செந்தணக்கு, கோங்கு, இலவு, வேம்பு, வெக்காளி, முருங்கை, கருங்குங்கிலியம், வெள்ளைக்குங்கிலியம் ஆகிய மரங்களிலிருந்து கோந்து எடுக்கப்படுகிறது. பிசின் ஒரு கூழ்மம் (colloid). கோந்திற்குப் பசைபோன்ற தன்மையுண்டு. பிசினுக்கு மணமும் சுவையும் இல்லை. இது ஆல்கஹாலிலும் ஈதரிலும் கரையாது. ஆனால் நீரில் கரைந்து விடும். கரையாமல் போனாலும் நீரை உறிஞ்சி, உப்பும் இயல்புடையது. முருங்கை மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் கோந்து முழுமையும் நீரில் கரையாது.

கருவேலம் பிசின். இதைக் கி.மு.2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே எகிப்தியர்கள் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர். கருவேலம் பிசின் (gum acacia) மிகவும் பயனுடையது. கோடைக்காலங்களில் இது தானாகவே மரத்தண்டிலிருந்து கசிந்து வரும். ஆயினும் மரத்தைச் சிறிது வெட்டினால் பிசின் மிகுதியாக வரும். முதிர்ந்த



மரங்களிலிருந்து பிசின் கூடுதலாக கிடைக்கும். இளைய மரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் பிசின் இளதிறத்துடன் இருப்பதால் அதற்குக் கிடைக்கும் விலை சற்று மிகுதி. இது மெதுவாக முழுவதும் நீரில் கரையும் தன்மை கொண்டது. இதற்கு சிறந்த ஒட்டும் தன்மையும் பிசுபிசுப்புத் தன்மையும் உண்டு. இம்மரத்தின் கோந்தைக் காலிக்கோ அச்சு முறையிலும் காகிதங்களில் மை ஊறாமல் செய்வதற்கும், வெள்ளை வர்ணம், காரை ஆகியவற்றுடன் சேர்ப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். இக்கோந்து பண்டைக்காலம் முதல் பல நாடுகளிலும் கலை வேலைபாடுகளுக்கும் பயன்படுகிறது. சூடான நாட்டில் தற்போது இம்மரங்களைக் கோந்து உற்பத்திக்காகப் பயிரிட்டு வருகின்றனர். இக்கோந்து செனிகல் நாட்டிலிருந்தும் உற்பத்தியாகிறது. மருந்துகளின் நீர்ம மாற்றத் திரட்டாக்கும் காரணியாகவும் (emulsifying agent), நோய்த் தணிக்கும் மருந்தாகவும் (demulcant) இது பயன்படுகிறது.

கீனோ கோந்து. வேங்கை மரத்திலிருந்து (kino tree) எடுக்கப்படும் கோந்திற்குக் கீனோ கோந்து (kino gum) என்று பெயர். இக்கோந்தை எடுப்பதற்கு மரத்தின் அடிப்பகுதியில் மீனின் முதுகெலும்பு போலப் பட்டையைச் செதுக்கி எடுப்பர். நடுவிலிருக்கும் வெட்டு வழியாகப் பிசின் வெளிவரும். மூங்கில் குழாய்களை வைத்து இப்பிசினை சேகரிப்பர். சாதாரணமாகப் பிப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களில் இம்மரத்தைக் கோந்திற்காக செதுக்குவதுண்டு. இக்காலத்தில் மிகுதியாகக் கோந்து எடுக்க முடிவதே இதற்குக் காரணம். வடியும் நீர்மம் கெட்டியடைவதற்கு முன்பாகவே அதை வடிகட்டி ஆழமில்லாத தட்டுகளில் ஊற்றிச் சிறு சிறு உருண்டைகளாக உருட்டுவர். ஒரு மரத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 675 கிராம் கோந்து கிடைக்கும். உயர்தரக் கோந்து ஆழ்ந்த சிவப்பு நிறமாகவும் ஏறக்குறைய 75% மானிக் அமிலம் கலந்ததாகவும் இருக்கும். வெளிநாடுகளுக்கும் ஏற்றுமதியாகும் இக்கோந்தை மருந்துகளில் சேர்க்கலாம்.

வங்காளக் கீனோப் பிசின். இப்பிசின் பலாக (butea monosperma) மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இது கீனோ பிசினைப் போல ஆழ்சிவப்பு நிறத்துடனிருக்கும். இம்மரத்தின் கோந்து தோல் பதனிடவதற்கும் மருந்து தொழிலுக்கும் பயன்படுகிறது.

அக்கேசியா கோந்து. அக்கேசியா செனிகல் (acacia senegal) என்னும் மரத்திலிருந்து இது சேகரிக்கப்படுகிறது. இம்மரத்தில் பிப்ரவரி - மேயில் கோந்து உண்டாகிறது. இப்பருவத்தில் மரங்களில் கனிகள் முற்றிக் கொண்டிருக்கும். இதை இந்தியாவில் பஞ்சாப், குஜராத் மாநிலத்தில் காணலாம். சூடான நாட்டில் இம்மரங்களை

கோந்து உற்பத்திக்காக மிகுதியாக வளர்க்கின்றனர். நான்கு ஆண்டுகள் வளர்ந்த மரங்களிலிருந்து கோந்து எடுப்பர். சில நாடுகளில் நீள் சதுரத் தண்டுகளைப் பட்டைகளிலிருந்து அகற்றுவர். வெட்டும்போது பிசின் கசிந்து வடிந்து துளிகளாகி உலர்கிறது. இக்கோந்து பட்டையின் மீது காய்ந்திருக்கும். ஆனால் ஈரமுள்ள நிலத்தில் வளரும் மரங்களில் குறைந்த அளவே பிசின் கசிகிறது. 3 முதல் 8 வாரங்களுக்கு பின்பு, பட்டையை அறுத்து கோந்து சுரண்டி எடுக்கப்படுகிறது. கோடைக்காலத்தில் உயர் வகைக் கோந்து கிடைக்கிறது. இவ்வாறு கிடைத்த கோந்திலிருந்தும் பட்டைத்துண்டுகள் நீக்கித் தூய்மை செய்யப்படுகிறது. உலர்ந்த கோந்தை ஒரு மாதத்திற்கு பகலில் சூரிய வெளிச்சத்தில் வைத்திருந்த பின் சேமிக்கலாம்.

கரையாப் பிசின். இதற்குக் கடியா, கடிரா, குத்ரா, கட்டிலோ, குள்ளோ, இந்தியக் கோந்து, ஸ்டெர்குலியா கோந்து என்னும் பெயர்களுண்டு. இப்பிசின் ஸ்டெர்குலியா யுரேன்ஸ் (sterculia urens) என்னும் செந்தணக்கு மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. மைய இந்தியாவில் கோந்துத் தயாரிப்பிற்கு இப்பெரிய மரம் வளர்க்கப்படுகிறது. வைரக்கட்டை வரையில் வெட்டுகளை உண்டாக்கிப் பிசினை வடியச் செய்து பெரிய பெரியக் கட்டிகளாக உருவாக்கியிருக்கும் கோந்து சுரண்டி எடுக்கப்படுகிறது. இதைச் சில சமயங்களில் பொடியாகச் செய்தும் விற்கின்றனர். இந்தியாவிலிருந்து இக்கோந்து அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளுக்கு தரம் பிரிக்கப்பட்டு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. இது துணித் தொழிற்சாலை, ஒப்பனைப் பொருள், ஐஸ்கிரீம் தயாரிப்பு ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

டிரககாந்த் பிசின். இந்த பிசின் லெகுமினேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த அஸ்ட்ரகேலஸ் கம்மிஃபேர் (Astragalus gummifer) என்னும் சிறு மரத்திலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்மரம் ஈரான், துருக்கி ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாக வளர்க்கப்படுகிறது. இம்மரக்கோந்து தக்கை (pith) மையக்கதிர் (medullary ray) செல்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து உண்டாகிறது. இயற்கையாகவே இம்மரத்திலிருந்து பிசின் கசியும். பட்டைகளை வெட்டியும் கோந்து தயாரிக்கலாம். இம்மரத்திலிருந்து நூலிழை போன்றான சேமியாக் கோந்து (vermiform gum), சீவல் துணுக்கு (flakes), நாடாவைப் போன்ற துண்டு முதலிய மூவகைக் கோந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கோந்து நீரில் கரையும் தன்மையுடையது. காலிகோ அச்சுத் துறையிலும் ஏனைய தொழில்களிலும் இது பயன்படுகிறது. இக்கோந்து தொண்டுதொட்டு மருத்துவத்தில் ஒட்டும் பொருளாகப் பயன்பட்டு வருகிறது.

கத்திப் பிசின். அனோஜீசஸ் லேட்டிஃபோலியா (anogeissus latifolia) என்னும் வெக்காளி மரத்திலிருந்து இப்பிசின் கிடைக்கிறது. இதைக் கருவேலம் பிசினிற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம். இதன் தாயகம் இந்தியாவும் ஸ்ரீலங்காவுமாகும். இந்தியா, பர்மா, ஜாவா ஆகிய நாடுகளில் வளரும் விளாமரங்களிலிருந்து (wood apple) எடுக்கப்படும் கோந்துகளைப் பயன்படுத்தலாம். சைகாஸ் கோந்து என்பது சைகாஸ் சிரிசினாலிஸ் (Cycas cricalis) என்னும் கூம்புப் பனை மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் வேலிக்கருவை மரமான புரோபிஸ் ஜுலிஃபுளோரா (Prosopis juliflora), புரோபிஸ் கிலிண்டுலோசா (Prosopis glandulosa) ஆகிய மரங்களிலிருந்து மெஸ்கைட் கோந்து தயாரிக்கிறார்கள். வெள்ளை குங்கிலிய மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் நிறமில்லாத பிசினுக்கு வெண்தம்மார் என்று பெயர். இப்பிசின் கோபால் மெழுகெண்ணெய்க்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது.

ஒதிய மரப்பிசின். இதை மார்ச் மாதம் முதல் மழைக்காலம் வரையில் எடுப்பர். இதுவே மிகுதியாகக் கிடைக்கும் கோந்து ஆகும். கோந்தைச் செயற்கை முறையிலும் தயாரிக்கலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிசின் பட்டை

இதற்கு டிக்காம்மால்லி, எலும்புருக்கி, முசைப்பேயெட்டி, மயிலாக்கடி என்னும் பெயர்களுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் லிட்சியா குளுட்டினோசா (Litsea glutinosa) ஆகும். லி.சைனென்சிஸ், லி. செபிஃபெர்ரா (L.Sebifera), செபிஃபெர்ரா குளுட்டினோசோ (Sebifra glutinosa) என்பவை இதன் இணை தாவரப் பெயர்களாகும். இம்மரம் லாரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதை மலைகளில் 800 - 1350 மீ. உயரத்தில் காணலாம். வறட்சிக் காடுகளில் குறிப்பாகப் பசுமை மாறாக் காடுகளில் காணப்படும். இம்மரத்தில் மஞ்சள் நிறப் பூக்கள் ஜனவரி - ஏப்ரல் மாதங்களில் மலரும். இம்மரத்தை இந்தியா தவிர ஸ்ரீலங்கா, மியான்மர், சீனா, மலேசியா, இந்தோசீனா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். இதனை விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். இம்மரத்தை வெட்டிட நன்கு தழைக்கும். ஒவ்வோர் ஆண்டும் 2.2 - 2.5 செ. மீ. கணத்தில் இது விரைவாக பெருக்கும். பளபளப்பான மரக்கட்டை மஞ்சள்

கலந்த சாம்பல் நிறம் - சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறமானது. மரத்தை வெட்டியவுடன் பலகைகளாகப் பயன்தரும் வகையில் வாளால் அறுத்துவிடுதல் வேண்டும்.

வளரியல்பு. இது பசுமைமாறா சிறுமரம். இதன் இலைகள் நீள்சதுரமாகவும் குத்துவாள் போன்றும் நீள்முட்டை வடிவாகவும் மெல்லிய முடியுடன் இருக்கும். மணம் மிகுந்த இலையில் கிளை நரம்புகள் 6 - 8 இரட்டைகளாக முனை மழுங்கியோ கூரியதாகவோ இருக்கும். மஞ்சரி கூட்டு அம்பெல் ஆகும். இதில் 7 - 9 மஞ்சள் நிறப் பூக்களிருக்கும். பூக்காம்பின் நீளம் 2 மி.மீ. ஆண் பூக்களில் பூவிதழ்கள் இல்லை. வளமான 9 - 12 மகரந்தத்தாள்கள் உண்டு. தாடி போன்ற மகரந்தக்கம்பியின் நீளம் 2 மி.மீ. ஆகும். மகரந்தப்பை 1.0 மி.மீ. அளவானது. 0.5 மி.மீ. அளவுடைய சுரப்பிகள் வட்டமானவை. பெண் பூக்களிலும் பூவிதழ்கள் இல்லை. சூல்பை 1.0 மி.மீ. அளவானது. சூலகத்தண்டின் நீளம் 1.5 மி.மீ., 2.5 மி.மீ. நீளத்தில் மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் 9 - 12 உள்ளன. உருண்டையாகக் கறுப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். கனி உண்ணத் தகுந்தது.

பயன். இம்மரத்தைக் கொண்டு வீடு கட்டலாம். மேசை, நாற்காலி, பெட்டி, படகுத்துடுப்பு, வேளாண் கருவி ஆகியவற்றைச் செய்யலாம். விதை எண்ணெயைக் கொண்டு மெழுகுவர்த்தி, சோப்பு, லாரிக் அமிலம் ஆகியவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. இம்மரப்பட்டைக்கு நோயை தீர்க்கும் தன்மை உண்டு. இப்பட்டையை மைதா லக்கடி (maida lakadi) என்றும், மைதா லக்கரி (maida lakri) என்றும் குறிப்பர். இப்பட்டை வயிற்றுப்போக்கு, வயிற்றுக்கடுப்பைக் குணப்படுத்தும். பட்டையை அரைத்துச் சுளுக்கு, வாதநோய்க்குத் தடவலாம். பட்டையை அரைத்து நச்சுக் கடிகளுக்கு மேலுக்குப் பற்றிட நஞ்சு முறியும். பட்டையை நேரடியாகவோ, உலர்த்தியோ பால் அல்லது வெண்ணீர் விட்டு அரைத்துக் கலக்கி அடிப்பட்ட புண்களுக்கு சிறிது சிறிதாக விடலாம். இதையே துணியில் தேய்த்துக் காயங்களுக்கு வைத்துக் கட்டலாம். மேலும் இதைப் பாலில் கலக்கிக் கழிச்சலுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இது விந்துவை பெருக்கும் தன்மை கொண்டது. இதன் இலைகள் வலிப்பு, கட்டி, வீக்கம் ஆகியவற்றுக்கு மருந்து ஆகும். இம்மரத்தின் வேர் உடலுக்கு உரந்தரும்.

கோ. அர்ச்சுனன்



## பிசின் (வேதியியல்)

தங்க நீர்மத்தில் கட்டிக் கூழை உருவாக்கவல்ல, கூழ்ம இயல்புடைய உயர் மூலக்கூற்று நிறையுடைய திண்மம் பிசின் (gum) எனப்படுகிறது. இது ஒரு போல் உடையும் கரிம திண்மம். இது மெழுகுக்கும் படிசத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலையாகும்.

இயற்கையில் தோன்றுவது, தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்டது என இருகூறுகளாகப் பிசினைப் பிரிக்கலாம். இயற்கை பிசின்கள் பெரும்பாலும் மரச் சாறுகளிலிருந்தும் பட்டைகளிலிருந்தும் பெறப்படுகிறது. அரக்கைப் போன்ற பிசின் பூச்சிகளால் தள்ளு பொசிதல் (exudation) செய்யப்பட்டு உருவாகிறது. கில்கோனைட் போன்ற பிசின்கள் தொல்லுயிர் எரிமங்களான (fossil fuels) பெட்ரோலியம், நிலக்கரி ஆகியவற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் ஹைட்ரோகார்பன்களாகும். தாவர வழி எண்ணெய்ப் பிசின் ஒற்றை அல்லது பல்லிணைப்பு வளைய சேர்மமாகும். ஆக்சிஜனை உள்ளடக்கிய தொங்கு தொகுதிகளைக் கொண்ட இம்மூலக்கூறுகள் பரந்த மூலக்கூற்று எடை வரம்பையும் மாறுபட்ட கரைதிறனையும் கொண்டுள்ளன. எ - டு: காங்கோ, டாமர், ஈஸ்ட் இந்தியா, கௌரி, மணிலா, ரெசின் அல்லது குங்குலியம், நிமிளை (amber), மெல்லும் கோந்து - (chewing gum), சிக்கின் (chicle) எனப்படுவது - நீர் விலக்கும் பல்லுறுப்பிகளுள் ஒன்றாகும். சாம்பிராணி தாவர சுரப்புப் பொருளாகும்.

தொழில் துறையில் கோந்துப் பொருள் எனப்படுவது தாவரவழிப் பாலிசாக்கரையும் அதன் வழிப்பொருள்களுமாகும். குளிர்ந்த நீரிலும், சூடான நீரிலும் சிதறிப் பாகு தன்மை மிக்க நீர்மங்களைத் தரவல்லது. தற்கால வழக்கில் இச்சொல் நீரில் கரையும் செல்லுலோஸ் பெறுதிகளையும் நீர் கரையா மற்றப் பாலிசாக்கரைடுகளையும் குறிக்கும். கோந்து நீரியக் கரைசல்களுக்குப் பாகுத்தன்மையை ஏற்றுகிறது. வேதி அமைப்பு, கரைப்பான் வகை, அளவு, இடம் பெறக்கூடிய அயனி செறிவு ஆகியவை கோந்தின் இயற்பியல் பண்புகளில் வெளிப்படுகின்றன. பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயும், ஒரே மூலக்கூறின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கிடையேயும், பாகுறுப்பிக்குட்பட்டவைப்பாறுக்கும் இடையேயும் ஈனப்பு வினைகள் இயங்குகின்றன. இவ்வினைகளின் வகைகளுள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு, அயனி வகை, இருமுனையி, தூண்டப்பட்ட இரட்டை முனையி இடையீடு, வாண்டர்வால்ஸ் விசை ஆகியன இடம் பெற்றுள்ளன. நீண்ட சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட மூலக்கூறுகள் அதே மூலக்கூறு வாரம்பிசின்கள் விளைச் சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட மூலக்கூறுகளைவிடக் கூடுதலான பாகு

தன்மை கொண்ட களியைத் தருகின்றன. எனினும், சங்கிலிகளுக்கிடையேயான பிணைப்பால் இவை வீழ்படிவாகின்றன. ஒன்றையொன்று விலக்கும் அயனி மின்னேற்றங்களைச் சமக்கும் தொகுதிகளைப் புகுத்தி வீழ்படிவாதலைத் தடுத்து நிறுத்தலாம் அல்லது கிளைச் சங்கிலிகளின் நீளத்தைக் குறைத்துச் சங்கிலிகளுக்கிடையே இடைபிட்டைக் குறைக்கலாம்.

**அரக்கு (Amber).** ஊசியிலைத் தாவரத்தின் தொல்லுயிரெச்சப் பிசினான இது பால்டிக் கடற்கரையில் இன்றும் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது. கி. பி. 8 ஆம் நூற்றாண்டு முதல் நகையில் பதிக்கும் கல்லாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ள மஞ்சள் நிறத் திண்மம் இதுவே. இயற்கையில் கிடைக்கும் பிசின்களுள் கடினத் தன்மை மிக்கது. இதன் நறுமணத்தாலும், நீர் விலக்கும் இயல்பாலும் இந்த எண்ணெய் வகைப் பிசின் இறந்தோர் உடலைப் பாதுகாக்கும் பூச்சாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஓயியர்களும் இதைப் பயன்படுத்துவதுண்டு.

**அரக்கு (Shellac).** கெரியாலாகா (kerria lacca) எனும் பூச்சியினால் சாக்கப்பட்ட அப்பூச்சி வாழும் மரக்கிளைகளின் மீது படையும் பிசின் இதுவாகும். இதன் பாலிஹைட்ராக்சி அமில அமைப்பு எத்தில் ஆல்கஹால், ஐசோபுரோப்பைல் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் இதன் கரைதிறனைக் காட்டுகிறது. அண்மைக் காலம் வரை அரக்கு, மெருகு பூச்சிகளில் (lacquers) பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. சீன, ஜப்பானிய கலைப்பொருள் மெருகுப் பூச்சுக்கு ரூஸ் வெர்னிசிஃப்ளுவா (Rhus verniciflua) எனும் லாக் வகை மரத்தின் சாற்றிலிருந்து பிசின் எடுக்கப்படுகிறது. உயர் அலக்கைல் ஃபீனாலான உருசியால் (pyrsillol) எனும் இதன் உட்கூறும் சேர்மம் காற்றுப்படும்போது கெட்டியாகிறது. முந்திரிக்கொட்டை ஒட்டு எண்ணெய், தொழிலகக் கோந்தாகவும் பலவற்றுக்கும் மூலப் பொருளாகவும் அமைய ஃபீனால் உள்ளமையே காரணமாகும். நச்சுக்கொடிக்கும் (poison ivy) மேற்கூறிய பிசின்களுள் மூலக்கூறு வடிவத்தில் ஒற்றுமையிருப்பதால், இவை யாவுமே உடலில் ஒவ்வாமையைத் தோற்றுவிக்கவல்லன. பைன் மரக் கோந்தில் 80% ரெசினும் 20% டர்பன்டைனும் உள்ளன. ரெசினில் லெவோஃபீமரிக், அபையடிக் அமிலங்களைப் போன்ற C<sub>20</sub> கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் உள்ளன. இவ்விரண்டு அமிலங்களும் எண்ணற்ற வேதி மாற்றங்களை ஏற்கவல்லன. காங்கோ பிசினில் டானிக் அமிலம், பென்சோயிக், சின்னமிக், இவ்விரண்டு அமிலங்களும் எண்ணற்ற வேதி மாற்றங்களை ஏற்க வல்லன. காங்கோ பிசினில் டானிக் அமிலம் பென்சோயிக், சின்னமிக், குமரிக் அமிலம் ஆகியவை உள்ளன.

அட்டவணை - 1 கோந்துகள்

கோந்து	தோற்றுவாய்	இடம்பெறும் சர்க்கரையும், பிணைப்புகளும்
1	2	3
<p>1. கடற்பாசிகள் (Seaweeds)</p> <p>கடற்காளான் (agar)</p> <p>அல்ஜீன் (algin)</p> <p>காராஜினின் (carragenin)</p> <p>ஃபியூகாய்டன் (fuecoidan)</p> <p>பரந்த இலைப்பாசி (laminaran)</p>	<p>சிவப்பு ஆல்கா (red algal)</p> <p>பழுப்பு ஆல்கா (brown algal)</p> <p>சிவப்பு ஆல்கா</p> <p>பழுப்பு ஆல்கா</p> <p>பழுப்பு ஆல்கா</p>	<p>காலக்டோஸ் + சல்ஃபேட் அமிலம் + எஸ்ட்டர் தொகுதிகள்</p> <p>மன்னுரோனிக், கூலுரோனிக் அமிலத்தின் சோடியம் உப்பு</p> <p>அகாரையொத்த இயைபு</p> <p>ஃபியூகோஸ் + சல்ஃபேட் அமிலம்</p> <p>குளுக்கோஸ், மானிட்டால், கிளைகள் கொண்டது.</p>
<p>2. மரத் தள்ளு பொசிவு (Plant Exudate)</p> <p>அராபிய கோந்து (gum Arabic)</p> <p>காட்டி (ghatti)</p> <p>காரயா (karaya)</p> <p>டிரகான்த் (tragacanth)</p>	<p>கருவேல மரம்</p> <p>அனோஜீசஸ் லாடிஃபோலியா (Anogeissus latifolia)</p> <p>ஸ்டெர்குலியா உரன்ஸ் (sterculia wrens)</p> <p>அஸ்ட்ராகலெஸ் (Astragalus)</p>	<p>அராபினோஸ், காலக்டோஸ், ராம்னோஸ், குளுகுரோனிக் அமிலம்</p> <p>அராபினோஸ், சைலோஸ், காலக்டோஸ், மானோஸ், குளுகுரோனிக் அமிலம்</p> <p>காலக்டோஸ், ராம்னோஸ், காலக்டுரோனிக் அமிலம்</p> <p>காலக்டோஸ், சைலோஸ், குளுகுரோனிக் அமிலம்</p>
<p>3. தாவரச் சாறு (Plant extract)</p> <p>பெக்டின் (pectin)</p> <p>லார்ச் அராபினா-லாக்டன்</p>	<p>செல்கவர்கள் செல்லிடைக் கொள்ளிடம் (intracellular space) எலுமிச்சை இனப் பயிர்க் கழிவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.</p> <p>மேற்கத்திய நாடுகள்</p>	<p>காலக்டோயூரிரானிக் அமிலம் (பகுதி எஸ்ட்டராக்கப்பட்டது) அராபினோஸ், காலக்டோஸ்</p> <p>காலக்டோஸ், அராபினோஸ்</p>
<p>4. தாவர விதைகள்</p> <p>சோளத் தவிட்டு கோந்து</p>	<p>சோள விதையுறை</p>	<p>சைலோஸ், அராபினோஸ், D, L - காலக்டோஸ்கள், குளுகுரோனிக் அமிலம்</p>



1	2	3
சணல் விதை	லினம் உசிதாடிசிமம் ( <i>Linum usitatisimum</i> )	காலக்குரோனிக் அமிலம், சைலோஸ், ராம்னோஸ், குளுகோஸ், அராபினோஸ், காலக்டோஸ்
புளி	டாமரினட்ஸ் இண்டிகா	குளுகோஸ், காலக்டோஸ், சைலோஸ்
கோதுமைப் பிசின்	கோதுமை	சைலோஸ், அராபினோஸ்
<b>5. பிறவகை</b>		
செல்லுலோஸ் பெறுதி	பயிர் செல்கவர், மரக்கூழ், பருத்தி	குளுகோஸ் ( $\beta$ -பிணைப்பு வகை)
ஸ்டார்ச் (மாவப்பொருள்) (அமைலோஸ், அமைலோ பெக்டின்)	தானியமும், கிழங்குகளும்	குளுகோஸ் ( $\alpha$ - பிணைப்பு வகை)
டெக்ட்ரன்	சுக்ரோசின் மீது நுண்ணுயிர்த் தாக்கம்	குளுகோஸ்
கைட்டின்	கணுக்காலியின் மூடித்தோல்	அசெட்டைல் குளுகோசமைன்

பிசின்களுள் முதன்மையானவை அட்டவணை 1இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. உணவு நிலை நிறுத்திகளையும், கெட்டியாக்கிகளையும் தயாரிப்பதற்குப் பிசின் பயன்படுகிறது. சிதறிய நிலையிலுள்ள துகள்கள் திரட்சியுற்று வீழ்படிவதைப் பிசின் தடுக்கிறது. இவ்வாறு சாகோலேட்டில் திண்மங்களும், கடையப்பட்ட பாலில் கூற்றும், பச்சடியில் கொழுப்பும் சிதறப் பிசின் பயன்படுகிறது. பாலாடையில் பனிக்கட்டிப் படிகங்களும் இனிப்புகளில் சர்க்கரைப் படிகங்களும் வளராமல் தடுப்பதற்குப் பிசின் சேர்க்கப்படுகிறது. நீரியப் பூச்சு, அச்சுமை, எண்ணெய்க் கிணறு தோண்ட உதவும் மண் (mud) ஒப்பணைப் பொருள், களிம்பு, பற்பசை, மருந்து நீர்மம், உறுத்தலடக்கி ஆகியவற்றிலும் பிசின் சேர்க்கப்படுகிறது. அட்டைப்பெட்டி, அஞ்சல்தலை, காகித உறை ஆகியவற்றில் ஒட்டுவிப்பியாகப் பயன்படுகிறது. பல் வடிவமைப்பு வார்ப்பு, இழை (அல்கினைட் ரேயான்), அறுவை மருத்துவப் படலங்கள், காயத்திற்கு மேல் கட்டும் சல்லாத்துணி, குருதி திரிதல் - எதிர்ப்புப் பொருள்,

பிளாஸ்மாப் பெருக்கி, நுண்ணுயிர் வளர் ஊடகம் (bacteriological culture), அரைசெல் உப்பு இணைப்பு (salt bridge), டங்ஸ்டன் கம்பி இழுக்கும் உயவுப் பொருள் ஆகியவற்றிலும் கோந்துப் பொருள் இடம்பெறுகிறது.

வணிக அளவில் கோந்துப் பொருள்களின் உறைவிடமான தேவதாரு மரத்திலிருந்து டர்பன்டைன் தயாரிக்கப்படுகிறது. அமெரிக்கா, ஃபிரான்ஸ், ஸ்காட்லாந்து, ஸ்விட்சர்லாந்து, வெனிஸ் ஆகிய நாடுகளில் விளையும் பைன் மரங்களிலிருந்து சாறு இறக்கிப் பெறப்படும் டர்பன்டைன்கள் தன்மைகளில் வேறுபட்டது. கனடா சாம்பிராணி எனும் மரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் டர்பன்டைனே தூய்மையானது என்று கூறப்படுகிறது. கச்சா டர்பன்டைன் கரைப்பானாகவும், மருந்துப் பொருளாகவும் பயன்பட்டாலும், பிசின்கள் தயாரிப்பில்தான் பெரிய அளவில் பயனாகிறது. டர்பன்டைனின் பெறுதியான ரெசின் வண்ணப்பூச்சுகள், காகித விறைப்பூட்டல், பற்றாசு இளக்கி, சோப்பு,

லினோயம் தயாரிப்பு ஆகியவற்றில் இடம்பெறுகிறது. துணிகளுக்குப் பூச்சு அளிக்கவும், தோல் சீர் செய்யவும், காகிதம் நூல் ஆகியவற்றுக்குக் கஞ்சியிடவும், புகையிலைப் பாதுகாப்பிலும் துணைபுரிகிறது.

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். D.M. Considine, *Chemical and Process Technology Encyclopedia*, McGraw - Hill Inc., Ltd., New York, 1974; Kirk - Othmer *Encyclopedia of Chemical Technology*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1982.

## பிசின்வேல்

இது தெற்குச் சகாரா பாலைவனத்தில் காணப்படும் மரமாகும். சஹேலியன் பகுதியில் செனீகல் முதல் சோமாலியா வரையில் இது காணப்படுகிறது. சூடான நாட்டுக் காடுகளில் வளர்க்கப்படும் மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் பிசின் வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. பிசின்னைத் தருவதால் இம்மரம் பிசின்வேல் எனப்படுகிறது. இந்தியா, பாகிஸ்தான், நைஜீரியா ஆகிய நாடுகளும் தற்பொழுது இம்மரத்தை வளர்க்கின்றன. இம்மரத்தின் தாவரப் பெயர் அக்கேசியா செனிகல் (*Acacia senegal*) ஆகும். இதன் பழைய தாவரப் பெயர் அக்கேசியா வெரெக் (*Acacia verec*) என்பதாகும். மைமோசாய்டியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இம்மரத்திலிருந்து உலகச் சிறப்பு வாய்ந்த பிசின் தயாரிக்கப்படுகிறது.

இச்சிறிய மரம் 13 மீ. உயரம் வளர்க்கூடியது. இம்மரம் 25 - 30 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்கிறது. இதன் இலைகள் சாம்பல் கலந்த பச்சை நிறமானவை. வளைந்த கிளைகளும், தண்டுகளும் முள்களும், மேலாகப் படர்ந்து நீண்டு செல்லும் வேர்களும் இம்மரத்தின் சிறப்புகளாகும்.

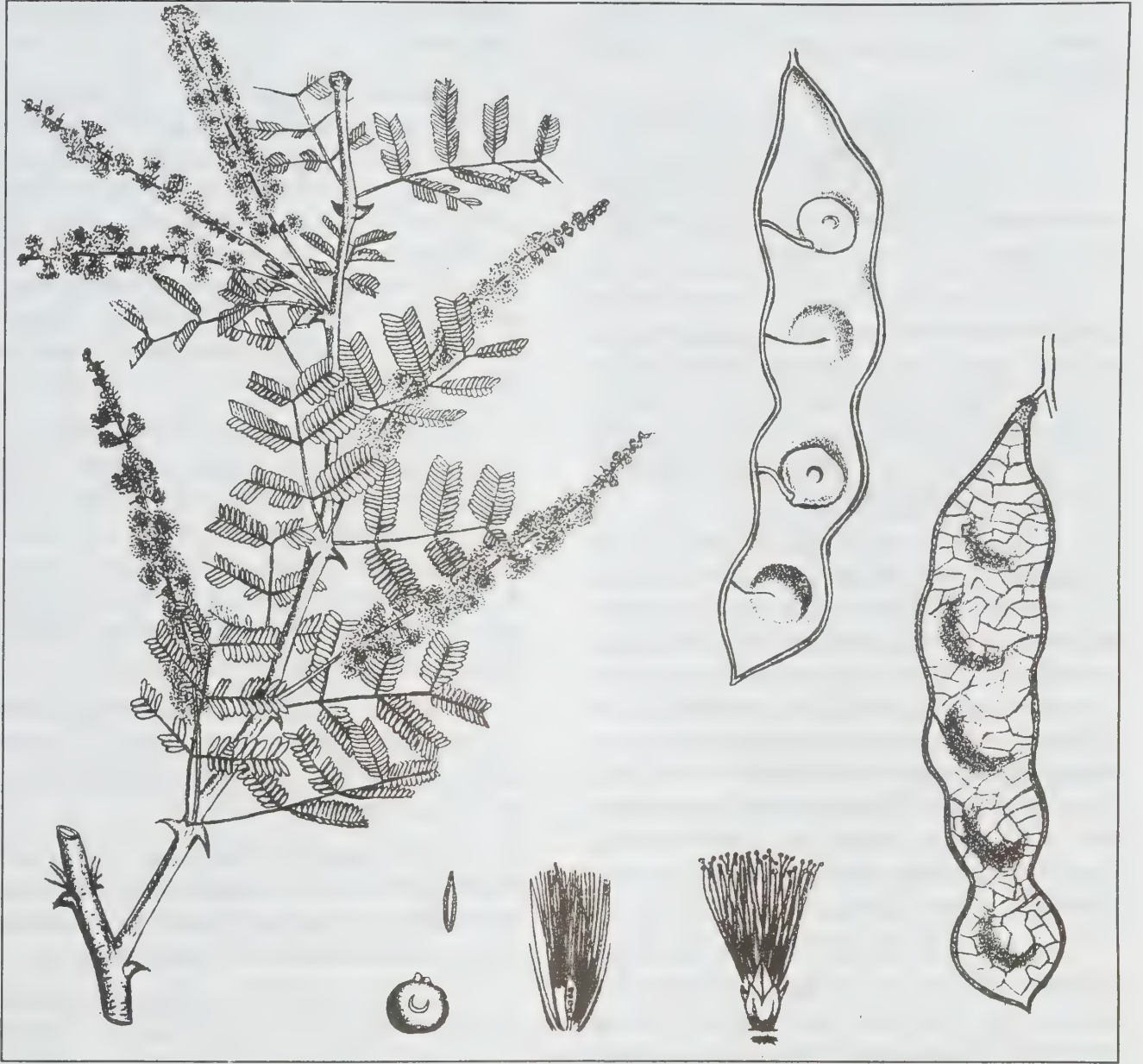
வளரியல்பு. பிசின்வேல் மரம் இயற்கையாக மணல் நிலத்தில் நன்கு வளரும். சில சமயம் களிமண் நிலங்களிலும் வளரும். 800 மி.மீட்டருக்கு மேல் மழை பெய்து நீர் தேங்கி நிற்கும் களிமண் நிலங்களில் இதனை வளர்க்க இயலாது. வறட்சியைத் தாங்கி வளரும். இம்மரம் 200 மி.மீ. மழையளவே உள்ள இடங்களில் வளரும். பெரு வளர்ச்சி உண்டாக ஆண்டொன்றுக்கு 300 - 450 மி.மீ. மழை பெய்யும் இடங்கள் சிறந்தவை.

பிசின் வேல் கடல் மட்டத்திலிருந்து 100 - 1700 மீ. உயரமுள்ள பகுதிகளில் கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் வளர்க்கப்படுகிறது. இதனை விதையிலிருந்து எளிதாக இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். தரிசு நிலங்களில் பயிரிட ஏற்ற இம்மரத்தின் விதைகளை ஒரிரவு நீரில் ஊறவைத்துப் பின்பே விதைக்க வேண்டும். விதை ஊன்றிய இரண்டு ஆண்டுகள் வரை களை எடுத்துப் பாதுகாத்தல் வேண்டும். இதன் காய்கள் பூச்சிகளால் தாக்கப்பட்டால் விதைகளின் முளைப்புத்திறன் குறைந்துவிடும்.

பயன். இது விரைவாக வளர்ச்சியடையாத போதிலும் இதிலிருந்து கிடைக்கும் எரிபொருள்கள் தரமானவை. வளர்ந்து மிகப் பெரிய மரமாகும். இது வறட்சியைத் தாங்கி அழியாமல் இருக்கும். இம்மரப்பட்டையிலிருந்து வடியும் பிசின் ஏறக்குறைய 4000 ஆண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இம்மரம் வறட்சி மிகு கோடை, உயர் காற்று, மணற்புயல் ஆகியவற்றைத் தாங்கி வளர்வதுடன் வளமில்லாத நிலங்களிலும் வளர்ந்து நல்ல விளைச்சல் தரும். செனிகல், மாரிட்டானியா ஆகிய நாடுகளில் இதன் கடினமான, கனமான மரம் சிறந்த எரிபொருளாகவும் கரிதரும் மரமாகவும் கருதப்படுகிறது.

அப்பர் வோல்டா பகுதியில் இதனைப் பெருமளவில் தோட்டங்களாக வளர்க்கத் திட்டமிட்டுள்ளனர். ஒரு ஹெக்டேர் இயற்கை காடுகளிலிருந்து 5 கன மீட்டர் மரம் உற்பத்தியாகிறது. பிசினுக்காக வளர்க்கப்படும் மரத்திலிருந்து விறகு குறைவாகவே இருக்கும். இதற்கு மரத்திற்கு இடையே தரப்படும் இடைவெளி மிகுதி. இம்மரத்தினைக் கொண்டு கம்பங்கள், வேளாண்மைக் கருவிகள் முதலியவற்றைச் செய்யலாம். வேர்களிலிருந்து கிடைக்கும் நாரைப் பயன்படுத்திக் கயிறு தயாரிக்கலாம். 1 கி.கி. மரத்தின் எரிதிறன் 4500 கிலோ கலோரி ஆகும். மூன்று வயதுள்ள மரத்திலிருந்து பிசின் எடுக்கலாம். மரம் ஒன்றுக்கு 50 - 1000 கிராம் பிசின் கிடைக்கும். மரத்திலிருந்து 20 அல்லது 30 நாள்களுக்கு ஒருமுறை பிசின் எடுக்கலாம். பிசின் கிடைக்கும் அளவு மரத்தின் மரபியலையும் வளரும் சூழ்நிலையையும் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இலைகளில் 22% புரதம் உள்ளது. இலையையும் காய்களையும் மழைக்காலங்களிலும் வறட்சிக் காலங்களிலும் ஒட்டகம், வெள்ளாடு, செம்மறியாடு ஆகியவற்றிற்குத் தீவனமாகத் தரலாம். விதைகளை உலர்த்திச் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு இம்மரத்தை வளர்க்கும் பகுதியிலுள்ள மக்கள் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றனர். இம்மரம் வேர்களில் வேர்





பிசின்வேல் (Acacia Senegal)

முடிச்சுகள் உண்டாக்கி மண்ணின் வளத்தைப் பெருக்கும். வேளாண் காடு திட்டத்திற்கு இது மிகவும் ஏற்ற மரமாகும். இம்மரத்தை வளர்க்கும் நிலங்களில் சிறு தானியங்கள், தீவனப் பயிர்கள், முலாம் பழம் ஆகியவற்றையும் வளர்க்கின்றனர்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பி.சி.ஜி

ஆர்பர்ட் கால்மெட் என்னும் நுண்ணுயிரியலாரும் காமில்லே குவெரின் என்னும் கால்நடை மருத்துவ இயலாரும் 1908இல் தொடங்கிய ஆய்வின் விளைவாகக் கிடைத்ததே பி.சி.ஜி (B.C.G) ஆகும். B என்பது Bacilla என்பதையும், C, G என்பது முறையே கால்மெட் (calmette), குவெரின்

(guerin) என்பாரையும் குறிக்கின்றன. கால்மெட்டும், குவெரினும் தாம் கண்டுபிடித்த நுண்ணுயிரிக்கு B.C.G என்று பெயரிட்டனர்.

விலங்கு இனத்தைச் சார்ந்த உயிருள்ள நுண்ணுயிரிகளின் விரியத் தன்மையைக் குறைத்துத் தயார் செய்யப்பட்ட ஒரு கலவையே பி. சி. ஜி எனப்படுகிறது. இதை ஊசி மூலமாகவோ, வாய் மூலமாகவோ உட்செலுத்தினால் காச நோயினின்றும் பாதுகாப்புக் கிடைக்கிறது.

1908 - 1921இல் 231 முறை வளர்ச்சியடைந்த காச நுண்ணுயிரிகளை மாற்றி மாற்றி அமைத்து இவற்றால் நோய் உண்டாக்க இயலாது என்று உறுதியான பின்னரே அதைப் பி.சி.ஜி எனப் பெயரிட்டுத் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தினர். மிக எளிதில் காச நோயால் பாதிக்கப்படும் சீமைப்பெருச்சாளி கூட இம்மருந்து கொடுத்தபின் காசநோயால் பாதிப்படைவதில்லை.

1928ஆம் ஆண்டு பி.சி.ஜி விலங்கினத்திற்கோ, மனிதனுக்கோ தீமை உண்டாக்காது என அறிவிக்கப்பட்டது. இந்தக் கருத்தை, 1931இல் பாரிசில் உள்ள மருத்துவ மன்றம் உறுதி செய்தது. 1921இல் வீல் - ஹாலே என்னும் மருத்துவர் காச நோய் கொண்ட இளங்குழந்தைக்குப் பி.சி.ஜி-ஐ வாய் மூலம் கொடுத்து, அது தீங்கற்றது என நிறுவினார். இதன் பின்னர் உலகெங்கும் பெருமளவில் குழந்தைகளுக்குக் காச நோய்த் தடுப்பு மருந்தாக பி.சி.ஜி. கொடுக்கப்பட்டது. வாய் மூலம் கொடுக்கப்பட்ட இந்தத் தடுப்பு மருந்து நாளடைவில் ஊசி மூலம் உட்செலுத்தப்பட்டது. குளிர் உறைந்து உலர்த்தப்பட்ட பி.சி.ஜி. தடுப்பு மருந்து பெரும் பலன் தருமென ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது.

1948இல் சென்னையில் பி.சி.ஜி. தயாரிப்பதற்கான தொழிலகம் தொடங்கப்பட்டது. இதன் தூய்மையை ஆய்வு செய்ய டில்லியில் 1972இல் ஓர் ஆய்வகம் தொடங்கப்பட்டது. டென்மார்க் நாட்டில் தயார் செய்யப்பட்ட பி.சி.ஜி. இந்தியாவிலும் பயன்படுத்தப்பட்டது. பி.சி.ஜி-ஐ வளர்ச் செய்யச் சாட்டன் ஊட்ட ஊடகம், பித்த நீர் உருளைக்கிழங்கு, கிளிசரின் உருளைக்கிழங்கு, சாட்டன் உருளைக் கிழங்கு, உங்கர் (ungar) ஊடகம் போன்ற பல வளர் களங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. பி.சி.ஜி தடுப்பு மருந்தின் தூய்மையைப் பின்வரும் ஆய்வுகளால் உறுதி செய்யலாம். அவை: ஷீல் நீல் சாயமேற்ற முறைப்படிச் சரிபார்த்தல்; வேறு நுண்ணுயிர்கள் இல்லாமையை உறுதி செய்தல்; பி.சி.ஜி இல் உள்ள நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை; உயிரியல் சார்ந்த ஆய்வுகள்; மைக்கோபாக்டீரியா நுண்ணுயிரி இல்லாமையை உறுதி

செய்தல்; ஈரப் பசையை உறுதி செய்தல்; வெப்பத்தைத் தாங்கும் தன்மை என்பன.

பி.சி.ஜி.யை ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடத்திற்கு அனுப்பும்போது வெப்பநிலை 15°C க்கு மிகையாக இருக்கக் கூடாது. பனிட்டி கொண்ட பெட்டிகளில் வைத்து அதன் வெப்பநிலையை 0 - 8°C பேண வேண்டும். நேரடியான சூரிய ஒளியிலிருந்து பி.சி.ஜி ஐக் காக்க வேண்டும். நேரடியான சூரியஒளியில் 20 நிமிடங்களுக்கு மேலே பி.சி.ஜி வைக்கப்பட்டால், அதன் ஆற்றல் குறைந்துவிடுகிறது. பி.சி.ஜி தயாரிக்கப்பட்ட இரண்டு வாரங்களுக்குள் அதைப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். உலர்ந்த வகை பி.சி.ஜி-ஐ 12 மாதம் வரை பயன்படுத்தலாம்.

பி.சி.ஜி உட்தோல் (intracutaneous) ஊசியாக 0.1 மி.லி. அலகில் கொடுக்கப்படுகிறது. அதிலுள்ள பி.சி.ஜி. நுண்ணுயிரியின் செறிவு 0.1 மி.லி. நார்வே வகையில் 0.1 மி.கி. ஆகவும் டென்மார்க் வகையில் 0.075 மி.கி. ஆகவும் ஸ்வீடன் வகை 0.05 மி. கி. ஆகவும் உள்ளது. கிண்டி சென்னை பி.சி.ஜி. ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படும் பி.சி.ஜி-ஐ உட்தோல் ஊசியாக 0.1 மி.லி. அலகில் கொடுக்க வேண்டும். அதிலுள்ள காச நுண்ணுயிரியின் செறிவு 0.075 மி.கி. ஆகும்.

பி.சி.ஜி கொண்ட குப்பியைத் (ampoule) திறந்த 3 - 6 மணி நேரத்தில் பயன்படுத்த வேண்டும். பி.சி.ஜி பயன்படுத்தப்பட்டும் சில நேரங்களில் நோய்த் தாக்கம் ஏற்பட இரண்டு கூறுகள் காரணமாக உள்ளன:

1. பயன்படுத்தப்பட்ட பி.சி.ஜி தடுப்பு மருந்தின் தரம் நிறைவளிக்கவில்லை. தலைமை மருத்துவ நிலையத்திலிருந்து தொலைவிலுள்ள ஊர்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும்போது, சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையால் பி. சி. ஜி யின் தரம் குறைந்து விட்டது.

2. பி.சி.ஜி கொடுக்கப்பட்ட குழந்தைகள் முன்னரே பெயரில்லா மைக்கோ பாக்டீரியாக்களால் பாதிக்கப் பட்டிருந்தால், பி. சி. ஜி நன்கு பயனளிக்காது. எனினும், பி.சி.ஜி இயக்கம் நடத்தப்பட்டதால் கோடிக்கணக்கான குழந்தைகள் பயனடைந்தனர். குறிப்பாக மூளை உறைக் காய்ச்சலும் (T.B. meningitis), நுண்மணிய காசநோயும் (miliary tuberculosis) பெருமளவில் உலகம் முழுதும் குறைந்துவிட்டது.

பி.சி.ஜி 0.1 மி.லி. தோல் இடை ஊசியாகச் செலுத்தப்பட்டவுடன் 7 - 8 மி.மீ. விட்ட வீக்கம் உண்டாகிறது. இந்த ஊசி பொதுவாக இடமேற் கையில் டெல்டாய்டு தசை இருக்கும் இடத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வீக்கம் 20 - 30



நிமிடங்களில் மறைந்துவிடுகிறது. 3, 4 ஆம் வாரத்தில் ஊசி செலுத்திய இடத்தில் ஒரு தடிப்பு உண்டாகிறது. இதைச் சுற்றிச் சிவப்பு நிறத் தோல் அழற்சி தோன்றித் தடிப்பு 5ஆம் வாரத்தில் மேலும் பெரிதாகிறது. இதைத் தொடர்ந்து ஒரு பொருகு தோன்றுகிறது. பொருகு உதிர்ந்து 6ஆம் வாரத்தில் 5 - 6 மி.மீ. விட்டமுடைய புண் உண்டாகிறது. இந்தப் புண்ணும் 3 மாதங்களில் மறைந்துவிடுகிறது. மருத்துவம் எதுவும் தேவையில்லை.

தடுப்பூசியால் ஏற்படும் சிக்கல்கள். ஊசி செலுத்திய 72 மணி நேரத்தில் வலியுடன் கூடிய வீக்கம் ஏற்பட்டுத் தானாகவே மறைந்துவிடுகிறது. சிலபோது ஊசி செலுத்திய இடத்தில் ஒரு சீழ்க்கட்டி தோன்றுகிறது. அது, சில நாள்களில் பெரியப் புண்ணாக மாறுகிறது. இந்தப் புண் மறைந்தவுடன் தடிப்பான தழும்பு (keloid) உண்டாகிறது. சிலபோது சீழ்க்கட்டியுடன் காய்ச்சலும், நிணக்கட்டி அழற்சியும் உண்டாகின்றன. மையத்தான (mediastinum) நிணக்கட்டிகளும் வீங்குகின்றன. நடுக்காது அழற்சியும், கண் இமை இணைச் சவ்வு அழற்சியும் தோன்றுகின்றன. ஆனால் பொதுவாகப் பி.சி.ஜி-ஆல் உண்டாகும் பக்க விளைவுகள் மிகவும் குறைவாகவே உள்ளன. ஒரே சமயத்தில் அம்மைத் தடுப்பு ஊசியும், பி.சி.ஜி தடுப்பு செலுத்தலாம் எனவும் தெரிகிறது.

ஐ.என்.ஹெச் எதிர்ப் பி.சி.ஜி (INH resistant B.C.G) பி.சி. ஜி கொடுக்கப்பட்டு அதன் பயன் தெரிய ஏறத்தாழ மூன்று மாதம் ஆகும். இம்மூன்று மாத இடைவெளியில் பி.சி.ஜி கொடுக்கப்பட்ட குழந்தையின் உடலினுள் வீரியம் மிகுந்த காச நுண்ணுயிரிகள் சென்றால், அக்குழந்தைக்குக் காச நோய் உண்டாகும் வாய்ப்பு உண்டு. மூன்று மாத இடைவெளியில் இத்தகைய நிலை ஏற்படாதிருக்க, தடுப்பு முறையாக ஐ.என்.ஹெச், பி.சி.ஜி நுண்ணுயிரிகளையும் பாதித்து, பி.சி.ஜி -ஆல் உண்டாகும் பயனைப் பாதிக்கலாம் எனவும் கருதப்பட்டது. ஆகவே இதைத் தவிர்க்க ஐ.என்.ஹெச் எதிர் பி.சி.ஜியைத் தயாரித்துக் குழந்தைகளுக்குக் கொடுக்கலாம் என்னும் கருத்துத் தெரிவிக்கப்பட்டது. அதைப் பின்பற்றி ஆய்வுகளும் நிகழ்த்தப்பட்டன. இறுதி முடிவு எதுவும் கிடைக்காமையால் பி.சி.ஜி வழக்கம் போல் கொடுக்கப் பட்டு வருகிறது. பி.சி.ஜி கொடுக்கப்படுவதன் மூலம் தொழுநோயையும் தவிர்க்கலாம் என்று தெரிய வந்தது. ஏனெனில் தொழுநோய் நுண்ணுயிரிகளும் காசநோய்

நுண்ணுயிரிகளும் மைகோ பாக்டீரியா என்னும் இனத்தைச் சேர்த்தவை.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல்கள். K.N. Rao, *Text book of Tuberculosis*, Second Edition, Vikas Publication, New Delhi, 1989; Heaf, et.al., *Recent advances in Resp. Tuberculosis*, Fifth Edition, J & A Churchill, London, 1959.

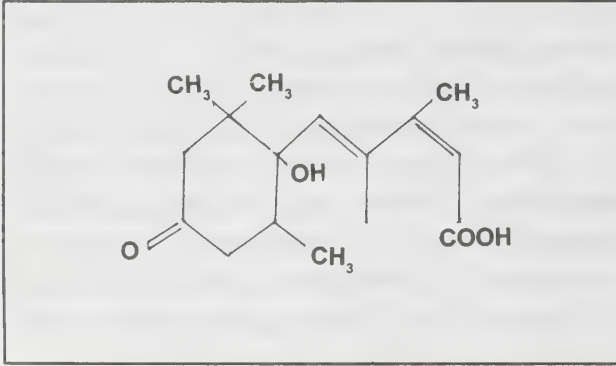
## பிஞ்சு உதிர்தல்

மலரில் கருவுறுதல் நடைபெற்ற பின்பு மலரின் உறுப்புகள் உதிரத் தொடங்குகின்றன. மலரில் சூல்பை மட்டுமே இறுதி வரை வாழ்ந்து வரக்கூடிய உறுப்பாக உள்ளது. மலர் கருவுற்றுக் கனியானவுடன் கனி வளர்ச்சி பெற்று முதிர்ந்து பின்பு தாய்த் தாவரத்தை விட்டு உதிர்ந்துவிடுகிறது. கனி காம்புடன் தாய்த் தாவரத்தை விட்டு உதிர்ந்து விடலாம் (எ - கா: ஆப்பிள்). சில சமயங்களில் தாய்த் தாவரத்திலிருந்து கனி காம்பைத் தவிர்த்துக் கனி மட்டும் உதிர்ந்து விடும் (எ - டு: பீச்). அப்சன் பகுதிக் கனி, காம்பில் தோன்றுவதால் கனிக்கும் தாய்த் தாவரத்திற்கும் இடையே தடைச் சுவர் போலச் செல்கள் வளர்கின்றன. இப்பகுதியில் தக்கை (cork) போன்ற செல்கள் மலர்க் காம்பு அல்லது கனியின் அடிப்பகுதியில் தோன்றுகின்றன. பின்னர் செல் செயலியல் நிகழ்ச்சிகள் சிறிது சிறிதாக நின்று விடுகின்றன. இப்பகுதிச் செல்கள் சிலவற்றில் எவ்விதமான மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. சில பிஞ்சுகள் அப்சிசன் பகுதி உருவாகாமலேயே தாய்த் தாவரத்திலிருந்து உதிர்ந்துவிடுகின்றன. அப்சிசன் பகுதி உருவாகச் செல்(ளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் துணைபுரிகின்றன.

பிஞ்சு உதிர்வதைப் போலவே இலைகள் உதிர்வதும் அப்சிசன் வரிசைத் தடைச் செல்கள் தோன்றியதும் நடைபெறுகிறது. ஆக்சின் எனும் வளர்ச்சி காரணியைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் பிஞ்சு, இலை உதிர்ந்தலைக் காலதாமதம் செய்ய முடிகிறது. 1949இல் அறிவியல் அறிஞர்கள் தாவர வளர்ச்சியில் வளர்ச்சிக் காரணிகளைப் பற்றி ஆராயும்போது உருளைக் கிழங்கின் மொட்டுகளில் வளர்ச்சி காரணிகள் மிகுதியாக இருந்தமையைக் கண்டறிந்தனர். இவை இரண்டாம் இன்டோல் அசிடிக் அமிலத்தின் (IAA) செயலைக் கட்டுப்படுத்துவதால் வளர்ச்சி தடைப்படுத்தப்படுகிறது. இப்பொருளுக்கு டார்மைன் என்று

பெயரிடப்பட்டது. 1960ஆம் ஆண்டில் நடைபெற்ற ஆய்வின்படி இலை, பிஞ்சு, உதிரக் காரணமாயுள்ள பொருள் அப்சிசன் என்று கண்டறியப்பட்டது. 1965-இல் அப்சிசனின் வேதியத் தன்மை அறியப்பட்டது. அப்சிசன் இரு பிரிவாக வகைப்படுத்தப்பட்டது. டார்மன் பொருளின் தன்மையும் அப்சிசன் தன்மையும் ஒரே வகையாக உள்ளன.

அப்சிசன் பொருள்கள் அப்சிசிக் அமிலம் எனப்படும். கனியின் அடிப்பகுதியில் அப்சிசன் மிகுந்து காணப்படுகிறது. குறிப்பாகக் கனி உதிரும் காலத்தில் பெருமளவில் தோன்றுகிறது. அப்சிசிக் அமிலத்தை மொட்டுகளின் மீது தெளிப்பதால் அவை குளிர்கால மொட்டுகளாக மாறிவிடுகின்றன. கிப்பர்லின் வளர்ச்சிக் காரணியின் செயலாக்கம் அப்சிசன் மீது தடை உண்டாக்குவதால் அவை ஆல்பா அமைலேஸ் (alpha - amylase) நொதியைத் தோற்றுவிக்கின்றன. குட்டையான தாவரங்களில் அப்பிசிசிக் அமிலம் மிகுந்த அளவு வீரியம் பெற்றிருப்பதில்லை. பொதுவாக அப்பிசிசிக் அமில வளர்ச்சி காரணிகளான ஆக்சின் கிப்பர்லின் போன்றவற்றின் செயலாக்கத்திற்குநேர் எதர்மாறாக உள்ளது.



அப்சிசன் உண்டாகும் பகுதியில் இலைக்காம்பு அல்லது கனிக்காம்புப் பகுதிகளில் செல்பிரிதல் நடைபெறுகிறது. இச்செல் பிரிதல் திகழ்ச்சி கிடைமட்டமாக நடைபெறாமல் செங்குத்தாக நடைபெறுகிறது. இச்செல் சுவர்கள் மிகவும் உறுதியற்ற பிற செல்களுடன் இணைந்துள்ளது. இவ்வகையான இணைப்புகள் நொதிகளின் செயல்பாட்டால் மீண்டும் உறுதியிழக்கின்றன. நொதிகளின் செயலால் செல்சுவரின் வேதிப் பொருளான பெக்டின், செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ்கள் ஆகியவை சிதைவடைகின்றன. இவ்வாறு இச்செல்கள் அருகிலுள்ள பிற செல்களிடமிருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்டு உறுதியற்றவையாக மாறிவிடுகின்றன.

கனியின் வளர்ச்சியும் எடையும் கூடுவதால் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றையில் உள்ள சைலம் நார்கள் விடுபடத் தொடங்குவதாலும் தாய்த் தாவரத்திலிருந்து கனி காம்பை விட்டு உதிர்ந்து கீழே விழுந்துவிடுகிறது. சூல்கள் கருத்தரித்த பின்பு ஆக்சின் வளர்ச்சிக் காரணி கருப்பையின் கீழ்ப்பகுதிகளுக்குச் சென்று அடையாவிடில் இளம் பிஞ்சுகளும் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. எனவே ஆக்சின் காரணி இளம் பிஞ்சு உதிர்தலை தடை செய்கிறது. அப்சிசன் பகுதி வளர்ச்சியினைத் தற்காலிகமாகத் தடை செய்கிறது. தக்காளித் தாவரத்தில் ஆக்சின் தெளிப்பதால் முதலில் இளம் மலர்கள் கொத்தாக உதிர்ந்தாலும் பின்பு முன்னரே வளர்ந்து வரும் இளம் பிஞ்சுகள் உதிராமல் முதிர்ச்சி அடைந்துவிடுகின்றன. பருத்தி போன்ற தாவரங்களில் மகரந்தச் சேர்க்கையின் போதே மகரந்தத்தாளில் உள்ள ஆக்சின் பொருள் சூல்பையின் கீழ்ப்பகுதிக்குச் சென்றுவிடுகின்றன.

வணிக நோக்கில் கனி உற்பத்தி செய்யப்படும் கனித் தோட்டங்களில் முன்கூட்டியே பிஞ்சு உதிர்தலைத் தடுப்பதற்காக ஆப்பிள் தாவரத்தில் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட ஆக்சின் தெளிக்கப்படுகிறது. ஆரஞ்சுத் தோட்டங்களில் பிஞ்சு உதிர்தலைத் தவிர்க்க 24D தெளிக்கப்படுகிறது. இப்பொருள்களில் உள்ள வேதித் தன்மை கனியை நீண்டகாலம் தாய்த் தாவரத்துடன் இணைந்திருக்கச் செய்கிறது. கலிஃபோர்னியாவில் உள்ள அறிவியலார் 1965இல் பருத்திக் கனியிலிருந்து அப்சிசன் II என்னும் பொருளைப் பிரித்தெடுத்தனர். இப்பொருள் மிக விரைவாக அப்சிசன் II பகுதியை உண்டாக்குகிறது. மேலும் தாவரச் செல்களில் மூப்புத் தன்மையை உருவாக்குகிறது.

சிவ. கார்த்திகேயன்

## பிஞ்சு நிலைத்தல்

கனி என்பது பூக்கும் தாவரத்தின் இனப்பெருக்க விளைவாகும். சூலகம், கருத்தரித்து, பிஞ்சாக மாறி, பிறகு நிலைத்துக் கனியாகிறது. மகரந்தத்தூள் சூல் முடியை அடைந்தாலோ மகரந்தக் குழல் வளர்ச்சியாலோ சூலகத்தைத் தூண்டிப் பெருக்கமடையச் செய்யும். இங்குச் சூல்கள் முதிர்ச்சி அடைவதில்லையாதலால், விதையில்லாக் கனிகள் தோன்றும். பொதுவாகக் கனி தோன்றலுக்குக் கருத்தரித்தல் மட்டுமின்றிச் சில வளர் ஊக்கிகளும் தேவை. வளரும் விதையிலுள்ள முளை சூழ் தசையும் (endosperm) கருவும் இவ்வளர்வுக்கிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவ்வளர்வுக்கிகளே பிஞ்சு



உதிர்தலைத் தடுக்கக் கூடியவையாதலால் வளரும் விதை, கனி வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது என்பதும் தெளிவாகிறது. இதை மெய்ப்பிக்கப் பிஞ்சிலிருந்து விதையை நீக்கினால் கனி பெருக்கமடைவதில்லை என்னும் நிகழ்வு துணையாகிறது. இது கனியைச் சார்ந்த உறுப்புகளையும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

ஸ்ட்ராபெர்ரி என்னும் கனியில் பூத்தளம் (receptacle) என்னும் பகுதியே உண்ணும் பகுதியாகும். கருத்தரித்தலுக்குப் பிறகு இது பெருக்கமடையும். குறிப்பிட்ட வரிசையில் உள்ள சிறு கனிகளை நீக்கினால் மொத்தமாகக் கனி முழுவதும் இயற்கைக்கு மாறாக அமையும். கனியின் சதைப்பற்றான பகுதி விதையைச் சுற்றியே அமைந்திருக்கும். விதையிலுள்ள கரு இயற்கையாகவே தொடக்க நிலையில் சீரழிந்து விட்டால் கனி வளர்ச்சி பெரிதும் பாதிக்கப்படும். வளரும் விதையில் ஹார்மோன்கள் எனப்படும் வேதிப் பொருள்கள் உண்டாகி அவை கனியின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துதல்.

விதைகளில் உள்ள செயல்திறன் பொருள், அனைத்துச் சிற்றினங்களிலும் ஒன்றே. ஆப்பிளின் விதைச் சாறைப் பயன்படுத்தித் தக்காளிப் பழத்தை பெருக்கமடையச் செய்வதற்கு ஆக்சின், ஜிப்பரிலின், கைனின் போன்ற வளர்வூக்கிகள் உதவின. தாவர இனங்களைப் பொறுத்து அவை வேறுபடுவதுண்டு. ஸ்ட்ராபெர்ரி பழத்தில் தனி ஆக்சின்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. ஆனால் பூத்தளத்தில் அவை காணப்படுவதில்லை. இவ்வளர்வூக்கிகளின் அளவு பழ வளர்ச்சியின்போது மாறுபாடு அடைகிறது. கைனின் இளம் பிஞ்சிலும், விதையிலும் கூடுதலாகக் காணப்படும். பூசணிக் குடும்பக் காய்களின் உருவம் மாறுபடுவதைக் காணலாம். சில கனிகள் உருண்டையாகவும் பருமனாகவும் சில குறுகலாகவும் நீண்டும் உள்ளன. இதற்குக் காரணம் கனிச் செல்களின் நீள அகலப் பெருக்கத்திலுள்ள வேறுபாடேயாகும். நீளக் கனிகளின் செல்கள் மிக விரைவாகப் பெருக்கமடைகின்றன. பருமனான கனிகளில் பக்கவாட்டில் கூடுதலான செல்கள் பெருக்கமடைகின்றன. இங்குச் செல் பிரிதல் ஒரே சீராக நடைபெறும். கனி செல் பிரிதல் நடந்தாலும் செல்கள் பெருக்கமடைவதில் வேறுபாடுண்டு. கனியின் உட்பக்கமுள்ள செல்களில் செல் பிரிதல் தடைப்பட கனியின் புறத்தே உள்ள செல்கள் பிரிதலில் ஈடுபடுவதால் கனி விரைவாகப் பெருக்கமடைகிறது.

பிஞ்சு நிலைத்து நிற்கவும், பெருக்கமடையவும், வளர்வூக்கிகள் தேவை. பிஞ்சு உண்டாகக் கருத்தரிக்க வேண்டும். இந்தக் கருத்தரித்தல் முழுமை அடையாததற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. அவை மகரந்தத் தாள்கள்

தோன்றாமை, மலட்டு மகரந்தத் தாள்கள் தோன்றுவது, மகரந்தச் சேர்க்கை நடத்தும் பூச்சிகள் இல்லாமை, சூல் முடியில் மகரந்தத்தூள் முளைக்காமை, முளைத்த மகரந்தக்குழல் தொடர்ந்து வளராமை அல்லது வளர்ந்து சூல் தண்டிலேயே வெடித்தல், ஆண், பெண் பாலினச் செல்கள் சேராமை, கருத்தரித்த பிறகு முளைசூழ்தசைக் குறைவால் கனியும் விதையும் உண்டாகாமை போன்றவை. சான்றாக கண்ணாடி வீடுகளில் தக்காளியைக் குளிர்காலத்தில் பயிரிட்டால் கனிகள் தோன்றுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் குறைபகல், குறை வெப்பம் ஆகியவை காரணமாக மகரந்தத் தூள்கள் குறைவாக தோன்றுவது, கண்ணாடி அறையுள்ளே காற்றோட்டம் இராமையால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடவாமை என்பன. தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடவாமைக்குக் காரணம் சூல் தண்டுகள் மகரந்தத் தூள்களை விட உயரமாக வளர்ந்து விடுவதேயாகும். இரவு வெப்பம் 12°C-15°Cக்குக் குறையும்போது மகரந்தத்தூள்கள் முளைப்பது குறைந்து விடுகிறது. இதனால் கனிகள் தோன்றுவதும் பாதிக்கப் படுகிறது. ஆப்பிளிலும் பேரியிலும் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படாமைக்குத் தன் ஒவ்வாமையே (self incompatibility) காரணமாகும். அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறாமல் போனால் கனி தோன்றுவதில்லை. இச்சூழ்நிலையில் செயற்கையாக வளர்வூக்கினைப் பயன்படுத்திக் கனிகளை உண்டாக்கலாம். கனி உண்டாகக் காரணமான சூழல் காரணிகள் பொய்த்துவிடும்போது செயற்கை வளர்வூக்கிகளைக் கொண்டு கனிகளைப் பெறலாம். காலிமிர்னா அத்தி கலிஃபோர்னியாவில் பெருமளவில் பயிரிடப்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் அங்கு ப்ளாஸ்டோஃபேகா என்னும் பூச்சி இனங்கள் காணப்படுவதேயாகும். அத்திபழம் உண்டாகவும், நிலைத்திருக்கவும் காட்டு அத்தி மற்றும் உண்ணும் அத்தி இரண்டையுமே பயிரிட வேண்டும். காட்டு அத்திக் காய்கள் உண்ணத்தக்கவையல்ல. தற்கால ஆராய்ச்சிகள் வாயிலாகக் காட்டு அத்தி மரங்கள் இல்லாமல், விதை, விதையற்ற, சதைப்பற்றான காலிமிர்னா, அத்திப்பழங்களைப் பெறமுடியும். இதற்குச் செயற்கை வளர்வூக்கிகளான PC, PA 2, 4, 5 - T இரண்டையும் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு தோன்றும் கனிகள் மிக விரைவில் பகுத்துவிடுகின்றன. இவ்வளர்வூக்கிகளைப் பொடியாகவும் நீரில் கரைத்தும் தெளிக்கலாம். இவற்றை மஞ்சரியில் மட்டும் தெளித்தால் போதுமானது. செடிமுழுவதும் தெளித்தால் இலைகள் சுருளவும், செடியின் தழைப்பகுதி வளர்ச்சியைத் தடை செய்யவும் வாய்ப்புண்டு. திராட்சையில் விதையோடும், விதையற்றும்

356 பிஞ்சு நிலைத்தல்

கனிகள் உண்டாகும். விதையோடு கூடிய கனிகள் பெரியவையாகவும், விதையற்ற கனிகள் சிறியவையாகவும் இருக்கும். மக்கள் சிறிய கனிகளையே உண்ண விரும்புகின்றனர். ஆனால் அதன் சிறுஅளவு ஒரு குறைபாடாக உள்ளது. அதனால் திராட்சை பயிரிடுவோர் தண்டில் வட்டமாகப் பட்டை நீக்கம் செய்வர். இதனால் காய்கள் பெரிதாகும். இது மிகவும் கடினமான செயலாகும். PC PA என்னும் வளர்வுக்கிளைப் பயன்படுத்துவது மூலம் எளிதாகப் பெரிய விதையற்ற திராட்சைகளைப் பெறலாம். ஆனால் இம்முறையில் கனிக்கொத்து மிக நெருக்கமாக அடர்த்தியான முறையில் காணப்படும். இதை மாற்ற ஜிப்பரிலின் என்னும் வேதியவூக்கியைப் பயன்படுத்துவதும் உண்டு.

சில செயல்முறை வழக்கங்கள் பிஞ்சு நிலைத்தலை ஊக்குவிக்கும். பெரும்பாலான பழ மரங்கள் எண்ணிலடங்காப் பிஞ்சுகளைப் பெற்றிருக்கும். உணவுப் பற்றாக்குறையால் பெரும்பாலான பிஞ்சுகள் தாமாகவே உதிர்ந்துவிடும். மேலும் பிஞ்சுகள் வளர்ந்து முழு உருவத்தையும் சுவையையும் பெறுவதில்லை. ஆப்பிள், மா போன்ற மரங்கள் சேமிப்பு உணவைப் பயன்படுத்துவதால், ஓராண்டிற்கு மிகுந்த எண்ணிக்கையில் காய்களைப் பெறலாம். அடுத்த ஆண்டு குறைவாகக் காய்ப்பதுண்டு. அதாவது காய்க்கும், காய்க்கா ஆண்டுகள் மாறி மாறி வருவதுண்டு. இதைத் தடுக்க மரத்திற்கு ஏற்ற எண்ணிக்கையில் பிஞ்சுகளை விட்டு விட்டு ஏனையவற்றை நீக்கிவிடல் சிறந்த வழியாகும். இதை வேதி பொருள்கள் மூலம் நடத்தலாம். NAA மற்றும் NAD தெளித்து ஆப்பிள், பேரி, திராட்சை போன்ற இனங்களில் பெரும் எண்ணிக்கையுள்ள சிறந்த கனிகளை ஒவ்வோர் ஆண்டும் பெற முடியும். சில கனி வகைகள் ஆண்டின் ஒரு பருவத்தில் கூடுதலாகக் கிடைப்பதால் அவற்றிற்கு மதிப்பு மிகக் குறைந்துவிடும். அதனால் குறிப்பிட்ட பழம் கிடைக்கும் பருவத்திற்கு முன்போ பின்பகுதியிலோ மிகுதியாகக் கனிகளைத் தோற்றுவித்தால் வருவாய் கூடுதலாகக் கிடைக்கும். வகைகளைத் தேர்வு செய்து பயிரிடலாம். தக்காளியில் ஒரு கொத்திலுள்ள அனைத்துக் கனிகளும் ஒரே சமயத்தில் பழுப்பதில்லை. இதனால் எந்திரம் மூலம் சீராக அறுவடை செய்ய இயலாது. எனவே எதிபோன் என்னும் ஊக்கியைத் தக்காளிப்பழம் பறிப்பதற்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு வாரம் முன்பே தெளித்தால் ஒரே சமயத்தில் கனிகளை அறுவடை செய்யலாம்.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## பிட்ச் ஸ்டோன்

இது ஒரு வகையான எரிமலைக் கண்ணாடியாகும். பிட்ச் ஸ்டோன் (pitch stone) ஒபிசிடையன் தனிமத்தை ஒத்திருக்கும். ஆனால் இதில் 4 - 10% நீர் மிகுந்து காணப்படும். மங்கலான பிசின் (greasy) மிளிர் விளையுடையது. இதில் சங்கு முறிவினை விட தட்டையான முறிவு மிகுந்து காணப்படுகிறது. பொதுவாகச் செம்பழுப்பு, பச்சை மற்றும் சாம்பல் நிறத்தில் காணப்படும் இது எரிமலைக் குழம்பு குளிர்வடையும்போது உருவாகிறது.

க. சித்திரா தேவி

## பிட்டுமன்

இயற்கையாகவோ, வெப்பச் சிதைவாலோ கிடைக்கும் அடர் பழுப்பு நிறத்திலிருந்து கறுப்பு நிறம் வரையுள்ள பொருளுக்குப் பிட்டுமன் (bitumen) என்று பெயர். இது ஹைட்ரஜன், கார்பன் முதலியவற்றைப் பெருமளவில் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், சல்பர் இவற்றைக் குறைந்தளவிலும் கொண்டுள்ளது. வேறுபடும் கடினத்தன்மையையும், எளிதில் ஆவியாகும் பண்பையும் பெற்ற இது கச்சா எண்ணெயிலிருந்து அஸ்பால்ட்டைட்டுகள் வரை வேறுபடுகிறது. இது கார்பன்-டைசல்பைடில் பெருமளவு கரையக்கூடியது.

இரா. சரசுவாணி

## பிட் (மின்னணுவியல்)

இது பைனரி டிஜிட் (binary digit) என்னும் ஆங்கிலச் சொற்றொடரின் சுருக்கமாகும். இரும் அல்லது இரண்டன் என்மான முறையில் பிட் (bit) என்னும் சொல் 0, 1 ஆகிய இரண்டு எண்களைக் குறிக்கிறது. பொதுவாகப் பிட்டுகள் இரு வெவ்வேறு பண்புகளைக் (character) குறிக்கப் பயன்படுகின்றன.

மின்னணுவியல் துறையில் பிட்டுகள் ஆம் - இல்லை (Yes - No), இயங்கு நிலை - இயங்கா நிலை (ON - OFF) போன்ற வெவ்வேறு பண்புகளைக் குறிக்கத் துணை செய்கின்றன. பிட் எனப்படுகிற 0, 1 ஆகிய எண்கள் பிற எண்களையும், எழுத்துகளையும் குறிப்பிடப் பயன்படுகின்றன.



பதின்ம எண் முறையில் (decimal system) எண்களைக் குறிக்கப் பிட்டுகள் உதவுகின்றன.

பதின்ம எண்	இரும எண்
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111

அறு பதின்மான (hexa decimal). எண் முறையில் எழுத்துகளைக் குறிக்கப் பிட்டுகள் துணை நிற்கின்றன.

ஆங்கில எழுத்துக்கள்	இரும எண்
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

பிட்டுகள் இலக்கவியல் கணிப்பொறியின் (digital computer), நினைவகம் (memory), பதிவகம் (register), கணிப்பான் (calculator) இவற்றில் மிகச் சிறிய தகவல் தொகுதியாகச் (information unit) செயல்படுகின்றன. பொதுவாகத் தகவல்கள் செலுத்தப்படும் வேகம், நொடி/பிட்டுகளின் எண்ணிக்கை என்னும் அலகில் குறிப்பிடப்படுகிறது. பல பிட்டுகளின் குறிக்கோவை (string), பைட்

பீடியூட்டரிச் சுரப்பி (மருத்துவம்) 357 (byte) எனப்படுகிறது. 8 - பிட் பைட்டில் 8 பிட்டுகள் காணப்படும்.

ஒரு கணிப்பொறி இடத்தில் (computer location) தேக்கி வைக்கப்படும் சொல் கணிப்பொறியின் சொல் (computer word) எனப்படுகிறது. கணிப்பொறியில் இந்த இடம் அதன் வடிவமைப்பிற்கேற்ப 16, 32, 36, 48, 64 பிட் நீளங்களில் இருக்கும். நுண்கணிப் பொறியில் (micro computer) பிட்டிற்கும், பைட்டிற்கும் இடைப்பட்ட பிட் குறிக்கோவை திப்பில் (nybble) எனப்படுகிறது.

இரா. இந்து

## பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி (மருத்துவம்)

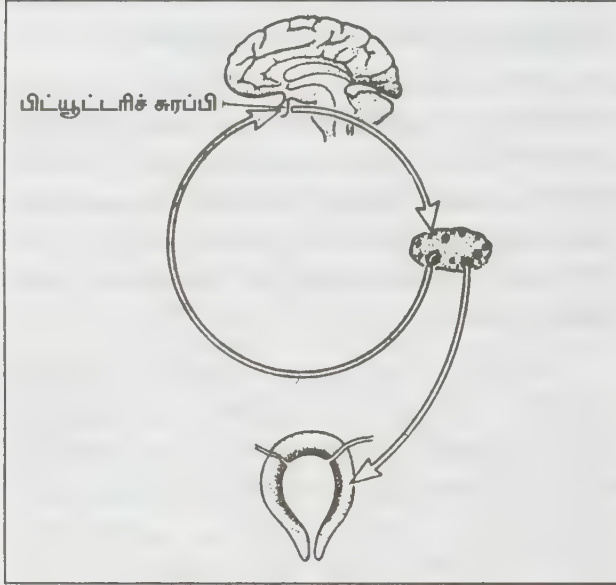
தலையின் நடுப்பகுதியில், எலும்புகளால் நன்றாகப் பாதுகாக்கப்பட்ட ஒரு குழியில் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி உள்ளது (pituitary gland). இது பார்வைக்கு ஒரே சுரப்பி போல் காணப்பட்டாலும் இரண்டு சுரப்பிகள் இணைந்ததால் ஏற்பட்டதாகும். ஒன்றிற்குப் பின் ஒன்றாக அமைந்திருப்பதால் முன் சுரப்பி என்றும், பின் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி, மூளையின் ஹைபோதலாமஸ் பகுதியில் சேர்ந்து குருதியின் அடர்த்தியைக் கட்டுப்படுத்துவதில் முனைந்துள்ளது. ஒடும் குருதியின் அடர்த்தி ஏதேனும் ஒரு காரணத்தினால் அதிகரித்தால், பிட்யூட்டரி சுரப்பி உடனே குருதிக்குள் சிறுநீர்ப்போக்கைக் குறைக்கும் ஹாராமோனைச் சுரக்கின்றது. இது குருதியின் வழியாக சிறுநீரகங்களை அடைந்து சிறுநீர்க் குழாய்களில் பொருந்தி, சிறுநீரிலிருந்து மிகுதியான நீரை சிறுநீரகங்கள் உறிஞ்சுமாறு செய்கிறது. இந்தீர் குருதியில் கலந்து குருதியின் அடர்த்தியைக் குறைத்துப் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறது. அதே நேரத்தில் சிறுநீரிலிருந்து மிகுதியான நீர் உறிஞ்சப்பட்டுவிடுவதால் சிறுநீர் அளவு குறைந்து மிகவும் அடர்ந்து வெளிப்படுகிறது.

குருதியின் அடர்த்தி சீரானதும் சிறுநீர்ப் போக்கைக் குறைத்தும் ஹாராமோன் சுரப்பும் குறைந்து விடுகிறது. மாறாகத் தேவைக்கு மேல் நீருருந்திக் குருதியில் அடர்த்தியை மிகவும் குறைத்துவிடும்போது இந்த ஹாராமோன் சுரப்பு முற்றிலும் நிறுத்தப்படுகிறது. இந்த ஹாராமோன் சிறுநீரகங்களை

அடையாமையால் கூடுதலான சிறுநீர் வெளிப்படும். தேவையான போது உடலுக்கு வேண்டிய நீரைச் சேமித்தும், தேவையற்ற போது வெளிப்படுத்தியும் ஹார்மோன் பணி புரிகிறது.

பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் பிறிதொரு குறிப்பிடத்தக்க ஹார்மோன் ஆக்சிடோசின் ஆகும். மார்பகங்களிலும், கருப்பையிலும் இருக்கும் இது வரியில்லாத் தசைகளை இயக்க வல்லது. இது பேறுகாலத்தின் பிற்பகுதியில் மிகுதியாகச் சுரக்கப்பட்டுக் கருப்பை நன்றாகச் சுருங்கிக் குழந்தையையும், நஞ்சையும் வெளிப்படுத்த உதவுகிறது. குழந்தைக்குப் பால் தர முயலும் போது சுரக்கும் பாலைக் குழந்தை சுவைப்பதற்கு ஏற்ப விரைவாக வெளிப்படுத்தப் பயன்படுகிறது.



பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி

முன் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி ஹைபோதலாமசில் தோன்றும் குருதித் தந்துகிகள், நரம்புச் செல்களிலிருந்து ஹார்மோனைச் சுமந்து முன் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் செல்களை வந்தடைந்து இவற்றைச் சூழ்ந்து கொள்கின்றன. இந்த ஹார்மோன் செல்களை தூண்டி அறுவகை ஹார்மோனைச் சுரக்கச் செய்கிறது. வளர்ச்சி, தைராய்டு சுரப்பி, லெய்டிக் செல், குமிழ்கள், சிறுநீரகப்புறணி, பால் சுரப்பு ஆகியவற்றை இந்த ஹார்மோன்கள் தூண்டுகின்றன.

வளர்ச்சி ஹார்மோன், ஒருவர் பசித்திருக்கும்போதும், உழைக்கும் போதும், உறங்கும்போதும் மிகுதியாகச் சுரக்கிறது. இது குழந்தைகளின் உடல் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது.

இது மிகையாகச் சுரக்கப்பட்டால் மீவளர்நிலை என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இந்த ஹார்மோன் குறைவாகச் சுரக்கப் பட்டவர்கள் குள்ளர்களாகின்றனர்.

தைராக்கினைச் சுரக்கும் ஹார்மோன் தைராய்டு சுரப்பியில் உள்ளது. குமிழைத் தூண்டும் ஹார்மோன் பெண்ணின் கருப்பைகளில் உள்ள குமிழ் வளர்ந்து கருவை வெளிப்படுத்த உதவுகிறது. இது ஆணின் விந்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கூட்டவும் பயன்படும்.

லெய்டிக் செல்களைத் தூண்டும் ஹார்மோன் ஆணின் லெய்டிக் செல்களைத் தூண்டி டெஸ்டோஸ்டிரோன் என்னும் பாலுணர்வு ஹார்மோனையும் குமிழ்களில் உள்ள செல்களைத் தூண்டிப் புரோஜெஸ்டிரோல் போன்ற பெண் பாலுணர்வு ஹார்மோனையும் சுரக்க வைக்கிறது. இதைச் சுரக்கும் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியில் தோன்றும் கட்டிகள், குஷிங் கூட்டியத்திற்கு ஒரு காரணமாகும்.

ஈஸ்ட்ரோஜன், புரோஜெஸ்டிரோன் ஆகிய ஹார்மோன்களால் ஆயத்தமாக்கப்பட்ட மார்பகங்கள் பேறுகாலத்திற்குப் பிறகு பாலைச் சுரப்பதற்கும் பால் சுரப்பைத் தூண்டும் ஹார்மோனே காரணமாகும். இது பெண் கருப்பைகள் இயங்காமல் தடுக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளமையால் தாய்ப்பால் தரும் பெண்டிர் மாத விலக்கிற்கும், கருவுறுதலுக்கும் உள்ளாவதில்லை.

பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் இயக்கம் தடைப்படப் பிறவியிலேயே ஏற்பட்ட கோளாறுகள் காரணமாக இருக்கலாம். சில குடும்பங்களில் மிகுந்து காணப்படும் இந்திலை வளர்ச்சி ஹார்மோனை மட்டுமோ, கருப்பைகளைத் தூண்டும் ஹார்மோனைச் சேர்த்தோ பாதிக்கலாம். சில நேரங்களில் மேலே குறிப்பிட்ட ஆறு ஹார்மோன்களையுமே பாதிக்கலாம். பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியைச் சுற்றி ஏற்படும் வேறு பல நோய்த் தொற்றுகளாலும், பிட்யூட்டரிச் சுரப்பிக்கு வரும் குருதிக் குழாய்கள் அடைப்படுவதாலும், பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியைச் சுற்றியுள்ள எலும்புகள் முறிவதாலும் இச்சுரப்பி பாதிக்கப்பட்டுச் செயலிழக்கலாம்.

பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் ஆறு விதமான செல்களில் இருந்தும் பலவிதமான கழலைகள் தோன்றி அவ்வவ் ஹார்மோன்களைச் சுரக்க வைத்து நோய்களை ஏற்படுத்தலாம். மீவளர்ச்சி, குஷிங் கூட்டியம், தைராய்டு சுரப்பி நிலை, காலமுறையற்ற பால் சுரப்பு, மாதவிலக்கு தவறுவது ஆகிய நிலைகள் இவற்றால் ஏற்படும். இக்கழலைகளை நுண்ணுருவை மருத்துவத்தாலும், கதிரியக்க முறைகளாலும் தீர்க்கலாம்.



பிரோமோ கிரிப்டின், கோமடோஸ்டாடின், சைப்ரோகெப்டிடின் ஆகிய மருந்துகளும் சில சமயங்களில் இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

வளர்ச்சி ஹார்மோன் கட்டுக்கடங்காமல் ஒரு குழந்தைக்குச் சுரக்கத் தொடங்கினால், அது அக்குழந்தையின் பிஞ்சு எலும்புகளைக் தூண்டி அக்குழந்தையை உயரமாகவும் விரைவாகவும் வளரச் செய்கிறது. இவர்கள் ஆறடிக்கு மேல் உயரம் மிக்கவர்களாகக் காணப்படுகிறார்கள். இந்நிலை வயது வந்தவர்களுக்கு ஏற்பட்டால், அவர்களின் உயரம் மிகுவதில்லை. மாறாக அவர்களின் எலும்புகள் தடிக்கத் தொடங்குகின்றன. அவர்களின் கை, கால்கள், மூக்கு, தாடை போன்றவை பருத்து, கனத்துக் காணப்படுகின்றன. வயது வந்த ஆண் ஒருவருக்கு அடிக்கடி தொப்பி, கையுறை, காலுறை, மோதிரம், ஆகியவற்றின் அளவு வேறுபட்டால் அவருக்கு இந்நோய் இருக்கக்கூடும். இந்நோயை ஏற்படுத்தும் கழலைகள் தொடக்கத்தில் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பிக் குழிவிற்குள்ளேயே கட்டுப்பட்டிருந்தாலும் பின்பு, அதை உடைத்துக் கொண்டு வெளியே வந்து கண் நரம்புகளை அழுத்திப் பல பார்வைக் கோளாறுகளை ஏற்படுத்தும். வளர்ச்சி ஹார்மோன் நெடுநாள் மிகுந்திருந்தால் சர்க்கரை நோய் மூட்டு, அழற்சி, இதய நுரையீரல், பாதிப்பு ஆகியவை தோன்ற வாய்ப்பிருக்கிறது.

பால் சுரப்பைத் தூண்டும் ஹார்மோனைச் சுரக்கும் செல்களில் கழலைகள் ஏற்பட்டால் இந்த ஹார்மோன் அவர்களின் குருதியில் மிகுந்து காணப்படும். ஆண்களாயின் ஆண்மைக்குறையும், மலட்டுத் தன்மையும் ஏற்படுகின்றன. பெண்களாயின் காலம் தவறி பால் சுரப்பதும், மாதவிலக்கு தடைப்படுவதும், மலட்டுத் தன்மையும் ஏற்படுகின்றன. இக்கழலைகளைப் பிரோமா - பிரோமோகிருப்டின் போன்ற மருந்துகளைக் கொடுத்தோ, அறுவை செய்தோ அகற்றலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிடங்கு நாரி

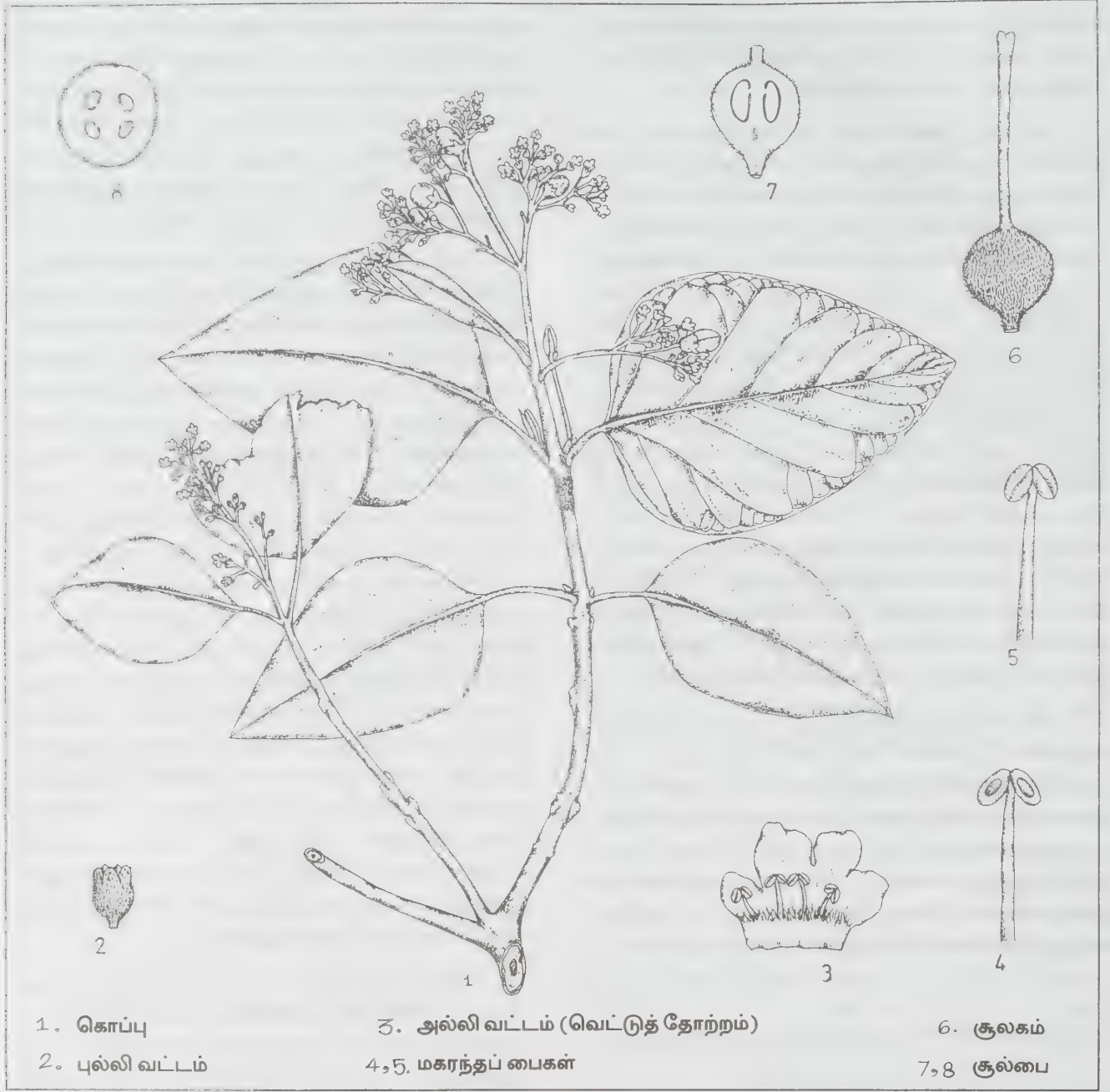
இம்மரத்திற்குப் புறங்கை, நாறி, பீநாறி, புடங்குநாறி, கிருஷ்ணப்பாலை, கொள்ளிக்கட்டை, தேக்கு, மலைத்தேக்கு என்னும் பெயர்களுண்டு. பிரெம்னா டொமெண்டோசா (Premna tomentosa) என்பது இதன் தாவரப் பெயர். இது வேர்பனேசியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இலையுதிரும் இம்மரத்தை இந்தியாவில் பீகார், ஒரிசா மற்றும் தென்னிந்தியப் பகுதிகளிலும் மூலங்காவிலும் காணலாம். சமவெளியிலும்

மலையிலும் இம்மரம் வளரும். இலைகளிலிருந்து நீராவியைப் பயன்படுத்தி வாலைவடி நீர் முறையில் இளமஞ்சள் திற ஆவியாகும் எண்ணெய் தயாரிக்கலாம். இதற்கு நறுமணமும், எரிசுவையும் (burning taste) உண்டு. இதில் லிமோனீன், கேரியோஃபில்லீன் என்னும் பொருள்கள் உள்ளன. மரக்கட்டை சிறிது கனமும் இளம்பழுப்பு அல்லது இளஞ்சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறமும் பெற்றது.

மரம். இது சாதாரணமாக 12 - 15 மீ. உயரம் வளர்கிறது. சில இடங்களில் இது 18மீ. உயரம் வளர்ந்து காணப்படுகிறது. இதன் இலைகள் அகலமான முட்டை - இதய வடிவில் உள்ளன. இலையோரம் முழுமையாகவோ மிகச் சிறிய பற்களைக் கொண்டோ இருக்கிறது. இலைநுனி கூரானது. இலைக்காம்பு 4 செ.மீ. நீளமானது. மஞ்சரி கிளை நுனியிலோ இலைக் கக்கங்களிலோ 8 செ.மீ. நீளத்தில் சைம்களாக பிரமிடு போன்று உண்டாகியிருக்கும். பூக்கள் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறமானவை. புல்லிவட்டம் 3 மி.மீ. அளவுடையது. இதன் கதுப்பு முனை மழுங்கியிருக்கும். 4. மி.மீ. அல்லிவட்டம் முழுவதிலும் துய்யிழை போர்த்தியிருக்கும். வட்ட வடிவக் கதுப்புகள் முனை மழுங்கியவை. மகரந்தத் தாள்கள் நான்கு இரட்டைகளாக உள்ளன. ஒவ்வொரு இரட்டையிலும் மகரந்தக் கம்பிகளைக் காணலாம். மகரந்தப்பை உருண்டையானது. சூலகத்தண்டு 2.5 மி.மீ. நீளத்திலிருக்கும். சூலகமுடி இரண்டாகப் பிளவுற்றும் பிளவுகள் வெவ்வேறு நீளத்திலும் இருக்கும். 5.மி.மீ. குறுக்களவுள்ள கனிகள் உள்ளோட்டுக் கனிகளாகும். ஒவ்வொரு கனியின் உள்ளும் 1 - 4 விதைகள் காணப்படுகின்றன. இம்மரத்தில் டிசம்பர் - ஜனவரி மாதங்களில் இலை உதிர்கிறது. தளிர்கள் மார்ச் மாதத்திலும், பூக்கள் ஜனவரி, ஏப்ரல் மாதத்திலும் உண்டாகின்றன. மரத்தில் பிப்ரவரி மாதம் முதல் கனிகள் தோன்றும்.

பயன். மரம் விறகாகவும், வீடு கட்டவும் பயன்படுகிறது. மேஜை, நாற்காலி, சீப்பு, தறி செய்ய உதவும் மரப்பொருள், அழகுப் பொருள் சட்டம் முதலியவையும் செய்யலாம். மரத்தைச் செதுக்கியும், கடைந்தும் பல அழகிய பொருள்களைச் செய்வதுண்டு. இதன் பட்டை, இலை, வேர் ஆகியவை மருந்துக்குப் பயன்படுகின்றன.

வேரிலிருந்து கிடைக்கும் நறுமண எண்ணெய் வயிற்றுக் கோளாறுகளை நீக்க உதவும். உள்பட்டைச் சாறு வயிற்றுப்போக்கைக் குணப்படுத்தும். வேர்ச்சாறு வயிற்று வலியைப் போக்கும். இலைக்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் குணமுண்டு. குழந்தை பிறந்த பின் தாய்மார்களுக்கு இலைச்சாறு தருவதுண்டு. இலைகளை நசுக்கி வைத்துக் கட்ட



### பிடங்குநாரி (Premna tomentosa)

புண்கள் ஆறிவிடும். இம்மரத்தின் இலையகை குடிநீரிட்டுக் கொடுக்கப் பசியும் புத்தித் தெளிவும் உண்டாகும். இம்மர இலை, கடுக்காய்த் தோல் சேர்த்துக் கொடுக்கக் கல்லீரல், மண்ணீரல் வீக்கம், நீர்க்கோவை ஆகியவை நீங்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

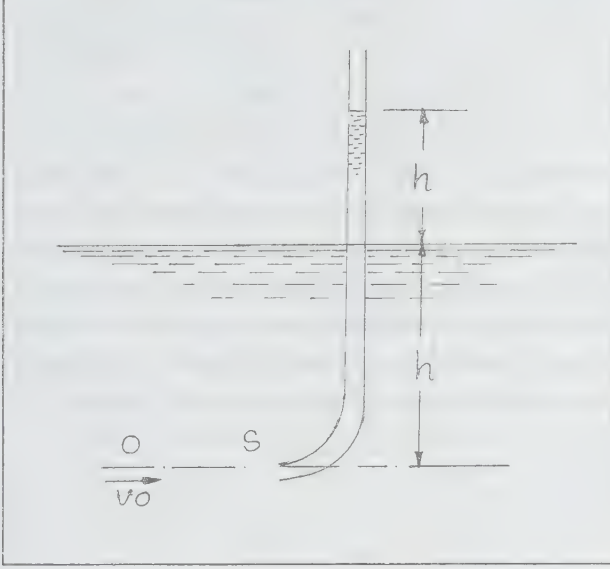
### பிடாட் குழாய்

இது ஆறு, குழாய், நீரோடை, திறந்த கால்வாய் ஆகியவற்றில் பாயும் நீர்மத்தின் பாய்வுத் திசைவேகத்தை அளக்கப் பயன்படும் ஒரு குழாய். பிடாட் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டு இயற்பியல் வல்லுநர் இக்குழாயை உருவாக்கியமையால் இது பிடாட் குழாய் என வழங்கப்படுகிறது. இது “ட” வடிவக் கண்ணாடிக்



குழாய் ஆகும். இதன் தண்டுப் பகுதியில் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

இதன் வளைந்த கீழ் முனையை நீர்மத்தினுள் அமிழ்த்தி அதன் பாய்வுத் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் வைக்க வேண்டும். நீர்மத்தின் மொத்த இயக்க ஆற்றலும் நிலை ஆற்றலாக மாறும் வரை நீர்மம் குழாயினுள் நுழைந்து தண்டுப் பகுதியில் நீரின் மட்டம் உயரும்.



பிட்டாட் குழாய்

நீர்மப் பரப்பிற்கு மேல் குழாயினுள் நீர்ம மட்ட உயர்வைக் கணக்கிட்டு அதன் வாயிலாக நீர்மத்தின் திசைவேகத்தை அறுதியிடலாம். படம் 1இல் காணப்படும் 1, 2 ஆகிய இரு புள்ளிகளின் வழியே நோக்கீட்டுக் கோடு (datum line) கடப்பதாகக் கருதி அப்புள்ளிகளுக்குப் பெர்னோலியன் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தினால்

$$Z_1 + \frac{P_1}{W} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{W} + \frac{V_2^2}{2g}$$

இதில்  $Z_1, Z_2$  - நோக்கீட்டு மட்டங்கள்

$P_1, P_2$  - அழுத்தங்கள்

$V_1, V_2$  - திசை வேகங்கள்

$g$  - புவியீர்ப்பு மாறிலி

ஆனால்  $Z_1 = Z_2 = 0; V_1 = V_2$

$V_2 = 0$  (புள்ளி 2-ல் நீர்மம் அசையா நிலையில் உள்ளமையால்)

எனவே சமன்பாடு (1) பின்வருமாறு அமையும்.

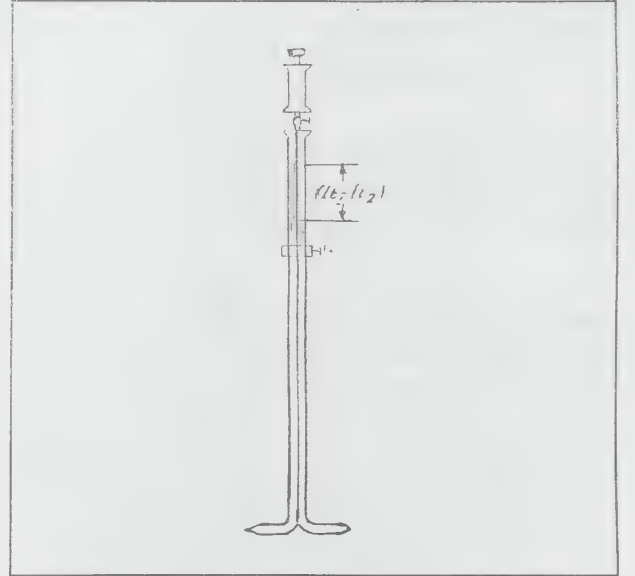
$$O + H + \frac{V^2}{2g} = O + (H+h) + 0$$

$$H + \frac{V^2}{2g} = H + h$$

$$\frac{V^2}{2g} = h; V = \sqrt{2gh}$$

Hஐ அளந்து நீர்மத்தின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடலாம். சமன்பாடு (2) வாயிலாகக் கணக்கிடப்படும் திசைவேகம் கொள்கை வழி மதிப்பு (theoretical value) ஆகும். இம்மதிப்புடன் திசைவேகம் குணகத்தைப் பெருக்கினால் உண்மைத் திசைவேகம் (actual velocity) கிடைக்கும்.

$$\text{உண்மைத் திசைவேகம்} = C_v \times \sqrt{2gh}$$



இரு பிட்டாட் குழாய்கள்

ஒரு குழாயில் பாயும் நீர்மத்தின் திசைவேகத்தை அளக்க, ஓர் அழுத்த அளவியுடன் (manometer) இரு பிடாட் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு பிடாட் குழாய்

நீர்மத்தின் பாய்வுத் திசையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இது நீர்மத்தின் நிலையான அழுத்த நிலை மட்டத்தை (static pressure head) அளக்கப் பயன்படும். மற்றொரு பிடாட் குழாய் நீர்மத்தின் பாய்வுத் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் வைக்கப் பட்டிருக்கும். இது நீர்மத்தின் மாறும் அழுத்த நிலை மட்டத்தை (dynamic pressure head) அல்லது தேக்க அழுத்த நிலை மட்டத்தை (stagnation pressure head) அளக்கப் பயன்படும். இவ்விரண்டு அழுத்த நிலை மட்டங்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு  $H$ , திசை வேக நிலை மட்டத்திற்குச் சமமாகும்.

$$V = C \sqrt{2gH}$$

$$h (R_2 - R_1)$$

$$\text{இதில் } H = \frac{R_1}{R_2}$$

$R_1$  - பாயும் நீர்மத்தின் ஒப்பளர்த்தி

$R_2$  - பாய்வுத் திசைவேகம் அளக்கப்படும்

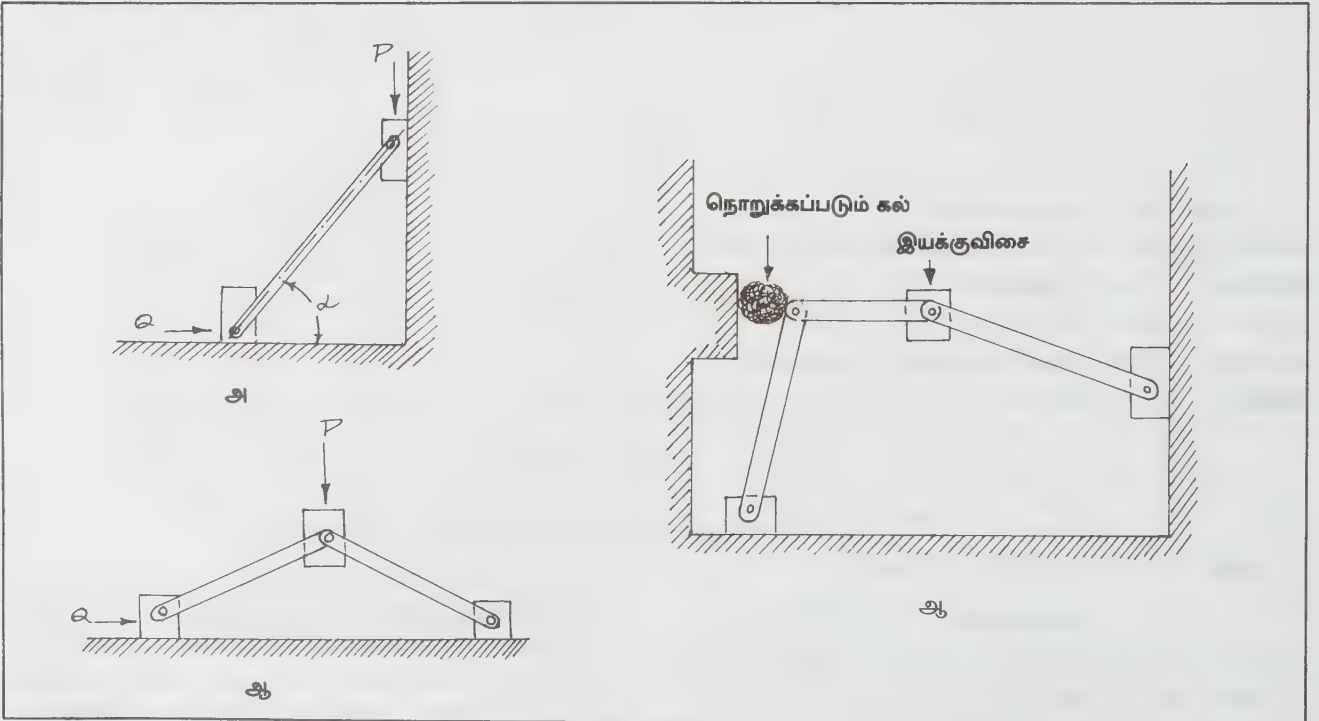
நீர்மத்தின் (பாதரசம்) ஒப்பளர்த்தி

இரா. இந்து

## பிடிப்பி

இது எந்திர இயக்க வகைகளில் ஒன்றாகும். பிடிப்பி (toggle) அமைப்பு பல்வேறு எந்திரங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், தன்னியக்கமான மின் இணைப்பு, தொடர்புறுப்பு ஆகியவற்றுக்கு மிக ஏற்றவை. இதன் அடிப்படை இயக்க அமைப்பை வரைபடம் (1)இல் காணலாம்.  $\infty$  வின் கோணம்  $90^\circ$  ( $\infty = 90^\circ$ ) என்றிருந்தால் விசைகள் தனிமைப்படுத்தப்படும். மேலும் கிடைவிசை  $Q$  தாங்கிச்சட்டத்திலும் குத்துவிசை  $P$  அத்தொடரியை (link) நிலையாக வைக்கவும் பயன்படுகின்றன. ஆனால்  $\infty$  கோணம்  $45^\circ$  ( $\infty = 45^\circ$ ) என்றானால் விசைகள்  $P$  மற்றும்  $Q$  சமச்சீராக (symmetry) அமைந்து சமநிலை அடையும். ஒரு பிடிப்பி இயக்கத்தில் சட்டம், தொடரித்தண்டு, நழுவு இணைவுபகுதிகள் முதலியவை அவற்றின் கவட்பாணிகளோடு, அவ்விதத்தில் இயங்கும் அனைத்து வகை விசைகளிலும் உயர் விளைவுகளையும் தாங்கக்கூடியவை எனக் கருதலாம். அவற்றில் உள்ள பிணைப்பூசி, நழுவு இணைவுகள் முதலியவற்றின் உராய்வுக் குணகங்கள் மிகக்குறைவு என்பதால் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படாத இடைநிலைகளில், விசைகளின் விளைவுகள் கீழ்க்காணும் வாய்ப்பாட்டின்படி அமையும்.

$$P = Q \tan \infty$$



(அ) இயக்கத் தத்துவம்

(ஆ) செயல்முறை எடுத்துக்காட்டுகள்



பிடிப்பி இயக்கத்தின் முதன்மையான இயக்கமே, இந்தத் தொடுகோட்டு விசைகளோடு கொண்ட தொடர்புகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது. கோணம்  $\infty$  வின் மதிப்பு சுழி என்றால் ( $\infty=0^\circ$ ) எனும் புள்ளியில் ஊட்டப்படும் ஒரு சிறுவிசை  $\varphi$  எனும் புள்ளியிலுள்ள பெருவிசையை விஞ்சிவிடும்.

இப்பிடிப்பு இயங்கமைப்பு அச்சப்பொறி, கல் உடைக்கும் ஆலை, அச்சப்பொறிப்பு எந்திரம், உராய்வு நிறுத்தி, விடுபற்றி போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது. இவ்வகைப் பிடிப்பிகளில் தாங்கு சட்டம் இயக்கத்தின் வெளியீட்டு விசையை ஏற்றுக் கொண்டு, பிடிப்பு இயக்கம் இயங்குவதற்கெனச் சிறு விசையைத் தொடரியின் மூலம் அளிப்பதனால் தொடரிகள் தமக்குரிய விசைகளைப் பெற்று பணியாற்றுகின்றன.

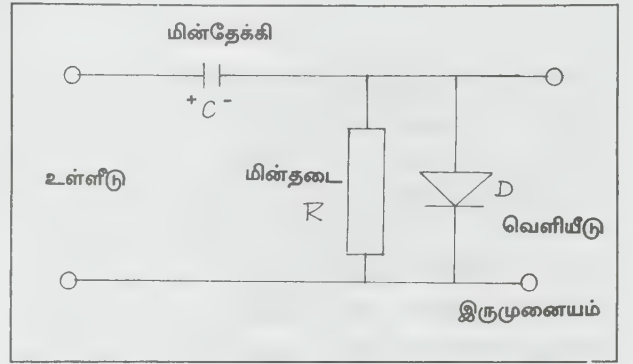
பிடிப்பியை மீண்டும் பழைய நிலைக்குக் கொணர நிலை Pஇல் ஒரு சிறு எதிர்விசை அளிக்கப்படும்போது அச்சிறு விசை, உயர் விசையுள்ள நிலை டெவை மீறித் தொடரிகளை உடனடியாக அதன் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறது. பிடிப்பி இயக்கத்தைப் பிணைப்பியாகவும் பயன்படுத்தலாம். பிணைப்பியின் பிணைப்பை நீக்கவும் இச்சிறு எதிர்விசையே பயன்படுகிறது. இவ்வகைச் செயல்முறையை மின் இயக்கி, மின்தொடர்பு துண்டிப்பான் (circuit breaker), உளி தாங்கி, பொருள் பிடிப்பி போன்ற அமைப்புகளில் மேற்கொள்ளலாம். எதிர்விசையை அளிக்கச் சுருள்வில்கள் பயன்படுகின்றன.

கே. ஆர். கோவிந்தன்

## பிடிப்பு மின்சுற்று

மின்னணுவியலில் மின் அலை வடிவங்களைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைக்கப் பிடிப்பு மின்சுற்று (clamping circuit) பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது அலைவடிவு மாற்றும் மின் சுற்று (wave shaping circuit) வகையைச் சார்ந்ததாகும். பிடிப்பு எனப்படுவது மின்னணுவியலில் பல இடங்களில் பல வகையாகப் பயன்படுத்தப்படும். மின் குறிப்பலைகள் (signals), சேர்க்கும் மின் சுற்று (coupling network) வழியாகச் செல்லும்போது அதன் நேர் மின்னோட்ட மட்டத்தில் (direct current level) மாறுதல் ஏற்படுகிறது. குறிப்பாக மின்தேக்கி கொண்ட சேர்க்கும் மின்சுற்றுகளில் மின் அலையின் மட்டங்களில் மாறுதல்கள் ஏற்படும். பிடிப்பு மின்சுற்று நேர்மின் மட்ட அளவை மீள்பெறவும் வழி செய்வதால் நேர்மின் மட்ட மாற்றி (D.C. restorer or D.C. inserter) என்று வழங்கப்படுகிறது.

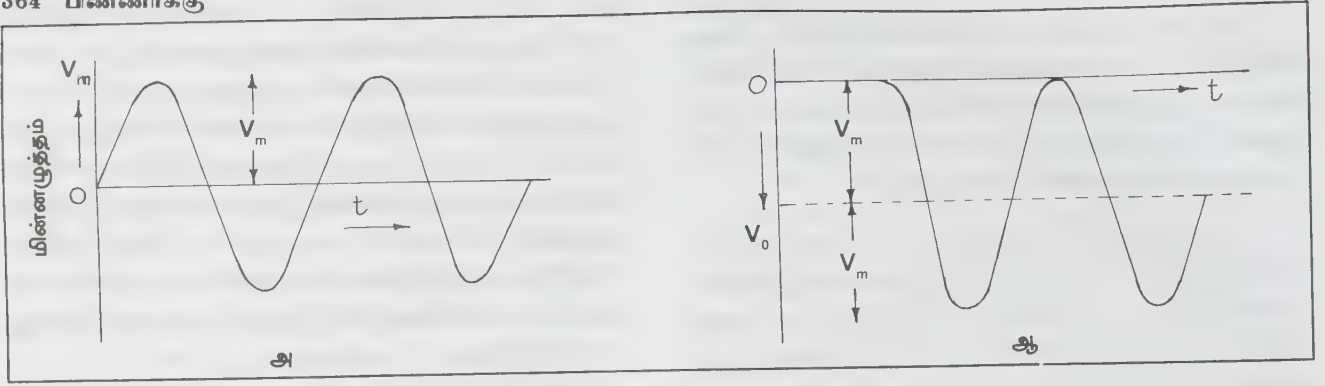
மின் குறிப்பலைகளை மின்னணுவியல் கருவி வழியாக அனுப்பும்போது மின்அலை வடிவங்களில் நேர்மின்னோட்ட மட்ட அளவு மாறுபட்டு வடிவங்கள் மாறுகின்றன. நேர்மின்னோட்ட மட்ட அளவு முழுவதையும் சில நேரங்களில் இழக்க நேரிடுகிறது. அவ்வாறு இழந்த நேர்மின்னோட்ட மட்ட அளவை மின் அலை வடிவங்களில் மீள்பெறவும் வேண்டியபடி ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்மின் மட்ட அளவில் மின் அலைவடிவங்களைப் பிடித்து வைக்கவும் பிடிப்பு மின் சுற்று பயன்படுகின்றது. பிடிப்பு மின் சுற்று படம் 1இல் காட்டப்பட்டது போல் ஒரு மின்தேக்கி, ஓர் இருமுனையம், ஒரு மின்தடை ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும்.



படம் 1. பிடிப்பு மின்சுற்று

படம் 2 (அ)வில் காட்டப்பட்டுள்ள மின் குறிப்பலையைப் பிடிப்பு மின் சுற்றின் வழியாக உட்செலுத்தினால் படம் 2 (ஆ)வில் காட்டப்பட்டுள்ள மின் குறிப்பலை வெளியீடு வழியாகக் கிடைக்கும்.

உள்ளீட்டு மின்குறிப்பலையின் நேர்மின் மட்ட நிலை சுழியாகும். பிடிப்பு மின்சுற்றில் உள்ள மின்தேக்கி  $-V_m$  என்னும் அளவிற்கு மின்னழுத்தமடைவதால் எப்போதும்  $V_0 = V_i - V_m$  என்னும் அளவிலிருக்கும். முதல் பாதி அலைக்கு மட்டும் வெளியீடு இராது. வெளியிடப்பட்ட மின்குறிப்பலை எப்போதும் 0 - மட்டத்திற்குக் கீழே பிடித்து வைக்கப்படுகிறது. எனவே இது பிடிப்பு மின் சுற்று எனப்படுகிறது. மின் தேக்கியின் அளவு கூடுதலாக உள்ளமையால் இருமுனையம் மின்குறிப்பலையைக் கடத்தாமல் உள்ளபோது மின்னழுத்த இழப்பு மிகுதியாக ஏற்படாமல்  $-V_m$  என்னும் அளவிலிருக்கும். உள்ளீட்டு மின்குறியின் மின்னழுத்த அளவு குறையும்போது மின்தேக்கி மின்னழுத்தத்தைச் சிறிது இழந்தாக வேண்டும். அவ்வாறு ஐம்படி ஏற்படுத்தவே மின்தடை பயன்படுகிறது.



படம் 2. (அ) உள்ளீட்டு மின் குறிப்பலை  
(ஆ) வெளியீட்டு மின் குறிப்பலை

இம்மின்சுற்று செயல்படும்போது மின்தேக்கியில் மின்தடையால் ஏற்படும் மின்னழுத்தக் குறைவு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். இம்மின்சுற்றில் இரு முனையத்தின் திசையை மாற்றித் தொடுத்தால் மின்குறிப்பலை O - மட்டத்திற்கு மேலிருக்குமாறு பிடிக்கப்படும். இவ்வாறு ஒரு மின்குறிப்பலையை அலை வடிவைத் தேவையான நேர்மின்னோட்ட மட்டத்தில் பிடிக்க இம்மின் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தலாம். பிடிப்பு மின்சுற்று மின்னணுவியல் தொடர்பியல் சுற்றுகளிலும் தொலை நோக்கி கணிப்பான்களிலும் பயன்படுகிறது.

க.அர. பழனிச்சாமி

## பிண்ணாக்கு

எண்ணெய் வித்துகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுத்த பின்பு எஞ்சியிருக்கக்கூடிய கசடுகள் பிண்ணாக்காகத் தயாரிக்கப் படுகின்றன. தொடக்கத்தில் விவசாயிகள் பிண்ணாக்கைப் பெரும்பாலும் உரமாகவே பயன்படுத்தினர். தற்காலத்தில் பிண்ணாக்கில் அடங்கியுள்ள பொருள்களின் தன்மையை அறிந்த பின்னர் அவற்றைப் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்துகின்றனர். கடலை, எள், தேங்காய், கடுகு, ஆமணக்கு வித்துகளிலிருந்து மட்டுமே பெருமளவில் பிண்ணாக்கு தயாரித்தனர். தற்சமயம் பருத்தி, சூரியகாந்தி, வின்சிட் புகையிலை விதை, தேயிலை போன்ற வித்துகளிலிருந்தும் பிண்ணாக்குத் தயாரிக்கப்படுகிறது. பிண்ணாக்கின் தரம் அவற்றில் இருக்கும் புரதத்தைப் பொறுத்தே உறுதி செய்யப்படுகிறது. பிண்ணாக்கு அதன் வேதித் தன்மையைப் பொறுத்து உரமாகவும், தீவனமாகவும், புரதத் தயாரிப்புக்கும், உணவாகவும் பயனாகிறது.

முற்காலத்தில் நாட்டுச் செக்கு மூலம் எண்ணெய் வித்துகளிலிருந்து பிண்ணாக்குத் தயாரிக்கப்பட்டது. நாளடைவில் பல்வேறு வகையான எந்திரங்கள் இதற்கென வரத் தொடங்கின. முதன் முதலில் மரச் சுத்திகளால் விதைகள் நசுக்கப்பட்டன. பின்பு மர உருளைகளால் விதைகளிலிருந்து பிண்ணாக்குத் தயாரிக்கப்பட்டது. பல்வேறு வகையான எண்ணெய் வித்துகளுக்குத் தகுந்தவாறு பலவகையான எந்திரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன.

திறந்தவகை அழுத்தி (open type press), பெட்டி அழுத்தி (box press), தட்டு வடிவ அழுத்தி (plate press), கோள அழுத்தி (pot press) எனப் பல்வேறு எந்திர அழுத்திகள் பிண்ணாக்குத் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன. இவ்வழுத்திகளால் தயாரிக்கப்படும் பிண்ணாக்கு சமமான நிலையான அழுத்தம் பெறுகிறது; பிண்ணாக்குக் கட்டிகளின் விளிம்பு சீராக அமைகிறது. அழுத்தி மூலம் உயர் அழுத்தம் கொடுப்பதால் பிண்ணாக்கின் ஈரப்பதம் பெரும்பாலும் நீக்கப்பட்டு மென்மையடைகிறது.

தட்டு வடிவ அழுத்தியால் தயாரிக்கப்படும் பிண்ணாக்கில் உள்ள கொழுப்புச் சத்து மிகுதியாக எடுக்கப்பட்டுவிடுகிறது. கூண்டு அழுத்தியால் தயாரிக்கப்படும் பிண்ணாக்கும் 6000 பவுண்ட் அழுத்தம் பெறுகிறது. தட்டு அழுத்தி கடலைப் பிண்ணாக்கு, பருத்தி விதைப் பிண்ணாக்கு ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஆமணக்குப் பிண்ணாக்கு கூண்டு அழுத்தி மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. கோள அழுத்தி மூலம் கோகோ, பாம், கடுகுப் பிண்ணாக்கு ஆகியன தயாரிக்கப்படுகின்றன. எள்ளுப் பிண்ணாக்கு திருகு அழுத்தி மூலம் தயாராகிறது.



வேப்பம் பின்னாக்கு சிற்றூர்களில் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. கையால் சுற்றும் உருளைகளைக் கொண்டு விதைகள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கு தயாரிக்கும் எந்திரம் கான்பூரில் தயாரிக்கப்பட்டுச் சிறு விவசாயிகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது. கொதிநீரில் விதைகளைக் கொதிக்க வைத்து எண்ணெயையும் பின்னாக்கையும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறை இன்றும் ஆதிவாசிகளிடையே கையாளப்படுகிறது.

வேப்பம் பின்னாக்கில் நைட்ரஜன் 5.25%, பாஸ்போரிக் அமிலம் 1.08%, பொட்டாஷ் 1.48%, நார் 1.1 உள்ளன. இப்பின்னாக்கில் பூச்சிக்கொல்லும் தன்மை உள்ளதால் விவசாயத்தில் மிகவும் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கிலிருந்து சாராயம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. புதுதில்லியில் உள்ள இந்திய வேளாண் ஆராய்ச்சி நிலையம் வேப்பம் பின்னாக்கில் பல்வேறு ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு வருகிறது. இப்பின்னாக்கு கரும்பு, உருளை, புகையிலை, பருத்தி, நெல் சாகுபடியில் இன்றியமையா உரமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பயிர்ச்செடிகளுக்கு ஊறு விளைவிக்கும் வெள்ளைப் பின்னாக்கிலிருந்து ஒருவிதப் பசை தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பசை ஆரஞ்சுப் பழமரங்களில் நோய் உண்டாக்கும் பூச்சிகளை வளரவிடாமல் செய்கிறது. வெற்றிலைச் சாகுபடியில் வேர்கள் 1 அடி ஆழத்தில் பரவி இருப்பதால் வேர் பரவும் பகுதியில் சிறிது பள்ளம் பறித்து வேப்பம் பின்னாக்கைக் கொண்டு மூடி நீர் இறைக்கப்படுகிறது. வேப்பம் பின்னாக்கு இடுவதன் மூலம் வாடல், நூற்பழு, செதில் பூச்சி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி உயர் விளைச்சல் பெறமுடியும்.

கடலைப் பின்னாக்கு இந்தியாவில் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கு சிற்றூர்ப் பகுதிகளில் நாட்டுச் செக்கு மூலமும் நகர்ப்புறங்களில் எந்திர செக்கு மூலமும் தயாரிக்கப்படுகின்றது. கோழித்தீவின உற்பத்தி, இரால் வளர்ப்பு, மீன் வளர்ப்பு, கால்நடைப் பராமரிப்பு ஆகியவற்றில் கடலைப் பின்னாக்கு பெரிதும் பயன்படுகிறது. இப்பின்னாக்கில் 45% புரதம் காணப்படுகிறது.

நாட்டுச் செக்கில் ஆட்டிய கடலை எண்ணெயில் நச்சு ஓரளவு கலந்துவிடும். இதை ஆறுமணி நேரம் சூரிய ஒளியில் வைக்க வேண்டும். நவீன எக்ஸ்பெல்லர் (expeller) முறையில் பிழிந்து சுத்திகரிக்கப்பட்ட எண்ணெய் பிரித்தெடுத்த பின்பு கடலைப்பருப்பில் இருந்த நச்சுகள் பெரும்பகுதி பின்னாக்கில் கலந்துவிடுகிறது. இப்பின்னாக்கால்

கால்நடைகளுக்கும் அவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் பால், முட்டை, இறைச்சியின் மூலமாக மனிதர்களுக்கும் தீங்கு விளைகிறது. அமோனியா போன்ற வேதி வளிமங்களைக் கொண்டு நச்சின் அளவை முழுமையாக நீக்க முடியும். மேலைநாடுகளில் இம்முறை பின்னாக்கு ஆலைகளிலேயே கையாளப்படுகிறது. வீட்டில் வளர்க்கும் முயல்களுக்குத் தரப்படுகின்ற கலப்புச் சத்துணவில் 40% கடலைப் பின்னாக்கு சேர்க்கப்படுகிறது. வெற்றிலைச் சாகுபடியில் கடலைப் பின்னாக்கு பயன்படுத்தும் பழக்கம் விவசாயிகளிடையே இருந்து வருகிறது. கடலைப்பின்னாக்கு இடுவதன் மூலம் தொடக்கத்தில் கொடிகளின் வளர்ச்சி நன்கு இருந்தாலும் குளிர் காலத்தில் வாடல் நோய் மிகுவது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இப்பின்னாக்கிலிருந்து புரதம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. மேலும் இப்பின்னாக்கிலிருந்து செயற்கை இழை தயாரிக்கப்பட்டு பருத்தி, கம்பளி, ரேயான் இழைகளுடன் சேர்க்கப்பட்டு அடரில் இழை தயாரிக்கப்படுகிறது. குழந்தைகளுக்குப் பால அகார் எனும் சத்துணவில் கடலைப் பின்னாக்கு சேர்க்கப்படுகிறது. ஆக்சிஜன், தயாரிக்கும் மூலப்பொருள்களுடன் கடலைப் பின்னாக்கு சேர்க்கப்படுகிறது.

எள் பின்னாக்கு பல வெப்ப நாடுகளில் எள் விதையிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பண்டைக்காலம் முதற்கொண்டே இப்பின்னாக்கு தயாரிக்கப்படுகிறது. எந்திர உருளைகளைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கும் பின்னாக்கில் ஈரப்பதம் 10%, கச்சாப்புரதம் 40%, கச்சாக் கொழுப்பு 8%, கச்சா நார் 7.0%, சாம்பல் 13%, அமிலத்தில் கரையா சாம்பல் 1.5% என்னும் விகிதத்தில் வேதிப் பொருள்கள் உள்ளன. நாட்டுச் செக்கில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பின்னாக்கின் ஈரப்பதம் 10%, கச்சாப்புரதம் 36%, கச்சாக் கொழுப்பு 14%, கச்சா நார் 7.0%, சாம்பல் 13%, அமிலத்தில் கரையா சாம்பல் 2.0% என்னும் விகிதம் காணப்படுகிறது.

இப்பின்னாக்கு சிறந்த கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது. விவசாயிகள் தழை உரங்களுடன் இப்பின்னாக்கைக் கலந்து நிலங்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்தியா, பாகிஸ்தான், ஆப்கானிஸ்தான் பகுதிகளில் பெருமளவில் கடுகு எண்ணெய் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. கடுகு எண்ணெயைப் பிரித்து எடுத்த பின்பு இப்பின்னாக்கு உரமாகவும் கால்நடை மற்றும் கோழிகளுக்குத் தீவனமாகவும் பயன்படுகிறது.

பாம்ஆயில் பின்னாக்கு, பாம் தாவர வித்துகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வித்துகளிலிருந்து எண்ணெய், மார்காரின் ஆகியவற்றை எடுத்த பின்பு பின்னாக்குத்

தயாரிக்கப்படுகிறது. பருத்தி விதையிலிருந்து எண்ணெய் எடுத்து வெண்ணெய்க்கு சிறந்த மாற்றாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்விதைகள் நன்கு அரைக்கப்பட்டு அவற்றிலிருந்து பின்னாக்கு தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கு சிறந்த கால்நடைத் தீவனமாகும். மேலும் இப்பின்னாக்கை வேறு உரங்களுடன் கலந்து விளைநிலங்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுத்தலாம். இப்பின்னாக்கில் 41% புரதம் உள்ளது.

லின்சிட் பின்னாக்கு லின்சிட் விதைகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது. கரைப்பான் சேர்த்து எண்ணெய் பிழிந்து எடுத்த பின்பு இப்பின்னாக்கு கிடைக்கிறது. அழுத்தமான அழுத்திகளால் இது தயார் செய்யப்படுகிறது. இப்பின்னாக்குத் தயாரிக்கும் போது வெப்பக்காற்று செலுத்தப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கு ஈரப்பதம் உடையதாக இருப்பின் சையனோ ஹைடிக் குளுக்கோசைடு லிம்மாரின் ஆகிய பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன. இவை நச்சுத்தன்மை கொண்டுள்ளமையால் உண்ண ஏற்றவையல்ல. வெப்பக்காற்று செலுத்தப்படுவதால் பின்னாக்கில் உள்ள புருசிக் அமிலம் ஆவியாகி விடுவதால் உண்பதற்கு ஏற்றதாகி விடுகிறது. இப்பின்னாக்கில் ஈரப்பதம் 10%, கச்சாப்புரதம் 33%, கச்சாக் கொழுப்பு 1%, அமிலத்தில் கரையா சாம்பல் 2.5%, கச்சா நார் 9.0% உள்ளன. இப்பின்னாக்கு ரப்பர் மர விதைகளிலிருந்து மாலட் என்னும் முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. மரச்சுத்திகளைக் கொண்டு விதைகளிலிருந்து பின்னாக்கு பிரித்தெடுக்கும் முறையே மாலட் என்பதாகும். இப்பின்னாக்கைக் கட்டியாகத் தயாரிப்பதற்குச் சர்க்கரை ஆலையின் கழிவுகள் பயனாகின்றன. உயர் அழுத்தம் பெறப்பட்ட பின்னாக்குக் கட்டிகளில் 0.03% புருசிக் அமிலம் (prussic acid) உள்ளது. இப்பின்னாக்கில் ஈரப்பதம் 5.6% எண்ணெய், 4.4 - 6% புரதம், 30 - 33.8% பாரசுமம், 40 - 44% நார், 7.2 - 12% கனிமப் பொருள்கள், 5.6-6% காணப்படுகின்றன.

புகையிலைப் பின்னாக்கில் சத்துகள் மிகுதி. இந்தியாவில் குண்டூரில் அமைந்துள்ள விவசாய ஆராய்ச்சி பண்ணையில் இப்பின்னாக்கின் குணநலன்கள் ஆராயப்பட்டன. இப்பின்னாக்கைக் கால்நடைகளுக்கு அளித்து ஆராய்ந்ததில் எவ்விதத் தீங்கும் பக்கவிளைவும் தோன்றவில்லை. இப்பின்னாக்கில் கச்சாப் புரதமும் தரமும் மிகுந்துள்ளன. இது கால்நடைகளுக்குத் தரம் வாய்ந்த தீவனமாகப் பயன்படுகிறது. இப்பின்னாக்கில் கச்சாப் புரதம் 26 - 28%, தரசுமம் 30 - 32%, கச்சா நார் 20%, சாம்பல் 80%, நைட்ரஜன் 3 - 4%, எண்ணெய் 1 - 2% உள்ளன.

சப்போலாப் பின்னாக்கு ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா, எகிப்து நாடுகளிலும் அமெரிக்காவில் ஒரு சில மாநிலங்களிலும் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. 3500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு புதைக்கப்பட்ட தாழிகளில் சப்போலா விதைகளும், பின்னாக்கும் காணப்பட்டன. நாள்களற்ற விதையுறை நீக்கப்பட்ட விதைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பின்னாக்கு சிறந்த கால்நடை உணவாகப் பயன்படுகிறது.

ஆமணக்குப் பின்னாக்கு, ஆமணக்கு வித்துகளிலிருந்து விளக்கெண்ணெய் எடுத்த பின்பு எஞ்சிய கசடையே இப்பின்னாக்கு நச்சுத்தன்மை பெற்றுள்ளமையால் கால்நடைகளுக்கு ஏற்றதன்று. ஆனால் சிறந்த உரமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புகையிலைச் சாகுபடியில் நாற்றங்காலில் கரும்பு விளை நிலங்களில், நெல் வயல்களில் அடி உரமாக விவசாயிகள் இப்பின்னாக்கைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

சோயா எண்ணெய் எடுத்த பின்பு சோயா பீன்ஸ் விதைக்கசடுகள் சோயா பின்னாக்காகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப்பின்னாக்கில் 40 - 60% புரதம் கூடுதலாக உள்ளது. நார் 3%, ஈரப்பதம் 12% உள்ளன. சிறந்த தீவனமாகவும் உரமாகவும் இது பயன்படுகிறது. கடுகு வகையைச் சார்ந்த ரேட் விதையிலிருந்து இப்பின்னாக்கு தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கில் ஈரப்பதம் 10%, கச்சாப்புரதம் 35%, கச்சாக் கொழுப்பு 8%, கச்சா நார் 8%, கரையா சாம்பல் 2% உள்ளன. இப்பின்னாக்கைப் பார்லி, கோதுமை வயல்களில் மிகுதியாக விவசாயிகள் பயன்படுத்துகின்றனர். ஆலிவ் பின்னாக்கு ஆலிவ் தாவர விதைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. மண்ணில் உள்ள இலை மட்குகளுக்குச் சமமான அளவு சத்து நிரம்பிய பின்னாக்காக இருப்பதால் விவசாயிகள் இதை உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். கேன்டல் விதைப் பின்னாக்கு நச்சுத் தன்மை உடையது. ஆனால் சிறந்த உரமாகப் பயன்படுகிறது. இலுப்பைப் பின்னாக்கு இலுப்பை விதையிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இப்பின்னாக்கு கால்நடைகளுக்கு ஏற்றதன்று. ஆனால் சிறந்த உரமாகும். நைகர் விதைப் பின்னாக்கு அல்புமின் மிகுந்தது. பால் கறக்கும் மாடுகளுக்கு இப்பின்னாக்கு ஏற்றது. கரும்புச் சாகுபடியிலும் கோதுமைச் சாகுபடியிலும் இப்பின்னாக்கு பயன்படுகிறது.

புங்கைப் பின்னாக்கு சிறந்த பூச்சி கொல்லும் தன்மை பெற்றிருப்பதால் விளை நிலங்களுக்குச் சிறந்த உரமாகும். அண்டில் பின்னாக்கு அடி உரமாகப் பயன்படுகிறது. உ பின்னாக்கில் 10.1% சப்போனின், 12.6% புரதம் உள்ளன.



இப்பிண்ணாக்கு கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது. தேங்காய்ப் பிண்ணாக்கு மிகுதியாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. தேங்காய் எண்ணெய் எடுத்த பின்பு கசடுகள் அழுத்தி மூலம் பிண்ணாக்காக மாற்றப்படுகின்றன. இப்பிண்ணாகில் ஈரப்பதம் 8%, கச்சாப்புரதம் 20%, கச்சாக் கொழுப்பு 30%, கச்சா நார் 8%, சாம்பல் 14%, அமிலத்தில் கரையா சாம்பல் 1.5% உள்ளன. இப்பிண்ணாக்கு சிறந்த தீவனமாகவும் நாட்டு மருத்துவத் துறையிலும் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு அன்றாட வாழ்வில் பிண்ணாக்கின் பங்கு அதிகரித்து

வருவதால் பிண்ணாக்கு உற்பத்தியும் உயர்ந்து வருகிறது. மேலும் பல்வேறு வகையான பிண்ணாக்கு தயாரிக்கும் முறைபற்றி ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

சிவ. கார்த்திகேயன்

## பிண்ணாக்குக்கீரை

இதன் தாவரப் பெயர் கார்க்கோரஸ் டிரைலாக்குலாரிஸ் (Corchorus trilocularis) என்பதாகும். இது டிலியேசிக்



பிண்ணாக்குக்கீரை (Corchorus trilocularis)

குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒரு பருவச் செடியாகும். தரையில் படரும் இச்செடி நேரான வளர்தண்டைக் கொண்டிருக்கும்போது 30 - 60 செ.மீ. உயரத்தில் இருக்கும். இது கரிசல் நிலப் பகுதியிலும் இறைவைப் பாசனப் பகுதியிலும் காணப்படும் ஒரு கொடிய களைச் செடியாகும். இச்செடிக்கு ஆழமான ஆணிவேரும் பக்க வேரும் உண்டு. இதன் தண்டு நார் போன்றும் உருண்டையாகவும் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் இருக்கும். தண்டில் ஆங்காங்கே கழலை வாய்ந்த முடி காணப்படும்.

இலைகள் தனித்தனியாக மாற்றடுக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும். இலையடிச் செதில் நீண்டும் கூராகவும் இருக்கும். இலைக்காம்பு 4 - 12 மி.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். இலைகள் நீள்சதுரம், ஈட்டி வடிவில், பல் போன்ற ஓரங்களைக் கொண்டிருக்கும். இலையின் கீழ், மேல்பரப்புகள் இரண்டும் பளபளப்பாக இருக்கும். பூக்கள் மஞ்சளாக இலைக்கு எதிர்ப்புறத்தில் தனியாகவோ இரட்டையாகவோ உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் நூலிழை வடிவில் (filifum) இருக்கும். பூமொட்டு முட்டை வடிவத்தில் கூரான நுனியைக் கொண்டிருக்கும். புல்லி இதழ்கள் 4 - 5 தனித்தனியாக நீள்சதுரமாக, கூரான நுனியுடன், இள மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். அல்லி இதழ்களும் 4 - 5 எண்ணிக்கையில் நீள்சதுரம் - முட்டை வடிவில் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும்.

இச்செடியில் மகரந்தக் கேசரங்கள் பல, மஞ்சள் நிறத்தில் ஒரு மெத்தை போன்ற உறுப்பில் (torus) செருகியிருக்கும். சூல்பை மேல்மட்ட வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் 3 - 4 திசுவறைகளிருக்கும். சூல்பையில் பல சூல்கள் உண்டாகியிருக்கும். கனி நீண்டு 3 - 4 தடுக்கிதழ் களுடனிருக்கும். இது குறுகிய அலகைக் கொண்ட வெளியுறை (capsule) ஆகும். விதைகள் கறுப்பாகவும், சிறியவையாகவும், வெட்டுவாயில் முக்கோண வடிவமாகவும் இருக்கும். ஒரு செடியிலிருந்து சுமார் 4000 விதைகள் உற்பத்தியாகின்றன. கனி வெடித்து அதிலிருந்து விதைகள் சிதறும். இதன் இலைகளைக் கீரையாகச் சமைத்து உண்ணலாம். இது சிறுநீரைப் பெருக்கும்; மலத்தை இளக்கும். இக்கீரையை அடிக்கடி உண்பதால் வெள்ளை, வாதநோய், கரப்பான் போன்ற நோய்கள் உண்டாகலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிண ஆய்வு

கிரேக்க மொழியில் ஆடாஸ் (autos) என்றால் தானாகவே என்றும், ஆப்சியா (opsia) என்றால் பார்த்தல் என்றும்

பொருள்படும். பிணத்தைக் கூறுபடுத்திக் தானாகவே பார்ப்பதைப் பிண ஆய்வு (autopsy) எனலாம். பிண ஆய்வு கொண்டு மரணத்தின் உண்மையான காரணத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். மருத்துவ அறிவியல் பற்றிய அறிவை மேலும் செம்மைப்படுத்திக் கொள்ளலாம். குற்றவியல் தொடர்பான வழக்குகளில் மரணம் கொலையால் நிகழ்ந்ததா தற்கொலையா என்பதை அறுதியிடலாம்.

பிண ஆய்வின்போது உடலைப் பல கோணங்களில் பிளந்து ஆராய்வர். ஐயத்திற்குரிய உறுப்புகளைத் தனியாகப் பிரித்து வைத்துப் பின்னர் பிணக்கூற்று ஆய்வு (biopsy) நடத்துவர். இரைப்பை, சிறுகுடல் ஆகியவற்றில் உள்ள நீர்மங்களைத் தனித்தனியாகச் சேகரித்து, வேதி ஆய்விற்கு அனுப்புவர். மூளை, நுரையீரல், கல்லீரல், சிறுநீரகம் போன்ற உறுப்புகளிலிருந்து சிறு துண்டுகளை வெட்டியெடுத்து உருப்பெருக்கி மூலம் ஆய்வர்.

மு.கி. பழனியப்பன்

## பிணந்தின்னிக் கழுகு

இது பொதுவாக வலியச் சென்று தாக்கும் குணமுடையதாகவும், அலகு கூர்மையாகவும் வளைந்தும் வலிமை பொருந்தியதாகவும் உடைய பறவையாகும். இதன் பாதங்களும் அலகினைப் போலவே வளைந்த நகங்களைக் உடையவையாகவும், மிகுந்த வலிமையாகவும் இருக்கும். உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ள இது வேட்டையாடி உண்ணும் பறவை இனமாகிய ஃபால்கானிஃபார்மிஸ் (falconiformis) என்னும் பறவை வரிசையில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. முட்டையிலிருந்து வரும் குஞ்சுகளைத் தாய் தந்தைப் பறவைகள் சிறிது காலம் பேணி வளர்கின்றன. இது குறைந்த எண்ணிக்கையில் முட்டைகளை இடும்.

கறுப்புப் பிணந்தின்னிக் கழுகு (Sarcogyps - Calues - Black (or) King vulture). இது ஏறத்தாழ 1மீ. அல்லது 90 செ.மீ நீளமிருக்கும். இதன் தலை, கழுத்து, தொடை, கால் முதலிய பகுதிகள் இறகின்றிக் காணப்படும். இதைக் கொண்டு இக்கழுகினை இனம் கண்டறியலாம். தென்னிந்தியா முழுவதும் இப்பறவை காணப்படுகிறது. வேற்றினக் கழுகுகளை விரட்டி விட்டுத் தானே உணவு உட்கொள்ளும் பழக்கத்தின் காரணமாக இதைக் கழுகரசன் என்பர். விலங்குகளின் பிணங்களே இதன் முக்கிய உணவு. இது





### பிணந்தின்னிக் கழுகுகள்

மரத்தின் மீது கூடமைக்கும். டிசம்பர் - ஏப்ரலில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். பெண் பறவை ஒரே ஒரு முட்டை இடும்.

**நீள் அலகு பிணந்தின்னிக் கழுகு (Gyps Indicus- Indian Long billed vulture).** இது தென்னிந்தியாவிலும் தென் ஐரோப்பாவிலும் ஆங்காங்கே கூட்டமாகக் காணப்படுகிறது. இதன் தலை, கழுத்து, பின் கழுத்துப் பகுதிகளில் வெண்மையான முடி போன்ற தூவி இறகுகள் உள்ளன. நவம்பர்-மார்ச்சில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். மலையுச்சிகளிலும் பாறை விளிம்பிலும் பாழடைந்த கோட்டைகளிலும் இது கூடி வாழ்கிறது. பெண் பறவை ஒரே ஒரு முட்டை இடும்.

**வெண் முதுகுப் பிணந்தின்னிக் கழுகு (Gyps Bengalensis - Indian White backed vulture).** இது தென்னிந்தியா முழுவதும், கிழக்கு இந்திய மியான்மர் மலைப் பகுதிகளிலும், ஐரோப்பாவிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. தலை, கழுத்து முதலிய பகுதிகளில் இறகுகள் இன்றி இருக்கும். உட்காரும்போது இறகற்ற கழுத்துப் பகுதியைத் தோள்களினிடையே உள்ளிழுத்துக் கொள்ளும். இதற்கு மேல்

உள்ள பகுதிகளில் கழுத்தைச் சுற்றிலும் நீண்ட தூவிகள் மேலேழுந்து நிற்கும்.

இப்பறவை சிறு கூட்டாகத் திரியும். நீண்டநேரம் வானில் மிதக்கும் தன்மை உடையது. விலங்குகளின் பிணங்களே இதன் முதன்மை உணவாகும். இது மரங்களின் உச்சியில் கூடு கட்டி வாழும். அக்டோபர் - மார்ச்சில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். பெண் பறவை ஒரே ஒரு முட்டை இடும்.

**மஞ்சள் திருடிப் பிணந்தின்னிக் கழுகு (Neophron Percnopterus - Indian Scaenger vulture).** இது சிறிய அளவு கொண்ட வெண்ணிறக் கழுகு ஆகும். இது தென்னிந்தியா, ஸ்ரீலங்கா ஆகிய பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. தலையும், தொண்டையும் தூவிகளற்ற இளமஞ்சளாக இருக்கும். உடல் முழுவதும் அழுக்குப் படர்ந்த வெண்ணிறத்தில் இருக்கும். பிணங்களையும் சிறிய நீர்வாழ் உயிரிகளையும் பாம்புகளையும் உணவாகக் கொள்ளும் இக்கழுகு கோட்டை மதில், உயரமான பாறைகளில் கூடமைத்து வாழும். பிப்ரவரி - மேயில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இது ஒன்று அல்லது இரண்டு முட்டையிடும். தாய், தந்தைப்

பறவைகள் குஞ்சுகளைப் பேணி வளர்கின்றன. இதன் உணவுப் பழக்கங்கள் அருவெறுப்பாக இருப்பினும் இயற்கைச் சூழ்நிலையைப் பாதுகாக்கும் அரணாக உள்ளது. இறந்த பல விலங்குகளின் உடல்களில் பூச்சி நுண்ணுயிரிகளை வளர விடாமல் அழித்துத் தூய்மைப்படுத்தும் பணியை இது மேற்கொள்கிறது.

என். ராமசுருஷ்ணன்

## பிண விறைப்பு

மனிதன் இறந்தவுடன் அவன் உடலின் தசைகள் படிப்படியாக இறுக்கமடைவதையே பிண விறைப்பு (rigormortis) என்பர். மரணம் நேர்ந்தவுடன் தசைத் திசுக்களில் ஏற்படும் சில குறிப்பிட்ட வேதி மாற்றங்கள் தசைகளின் தன்மையைப் பாதிக்கின்றன. அடினோசின் டிரைபாஸ்பேட்டின் (ATP) குறைபாட்டால் பருமனான தசை இழைகள், மெல்லிய தசை இழைகளுடன் குறுக்கும் மறுக்குமாகப் பாலம் போன்று அமைந்து தசைகள் தளர்வடைவதைத் தடை செய்கின்றன. இதனால் தசைகள் ஓரளவு இறுக்க நிலையில் இருப்பதே பிண விறைப்பாகும். பிண விறைப்பு, முதலில் கண் இமைகளில் தொடங்குகிறது. பின்னர் கழுத்துத் தசை, மார்பு, கை கால் தசை ஆகியன விறைப்படைகின்றன. பிண விறைப்புத் தொடங்க 1 - 24 மணி நேரம் ஆகிறது. சில நிமிடங்களில் இருந்து பல நாட்கள் வரை இவ்விறைப்பு நீடிக்கிறது.

மரணத்திற்கும் பிண விறைப்புத் தோன்றுவதற்கும் இடையிலான காலக் கட்டம் மனிதரிடையே வேறுபடுகிறது. நாட்பட்ட நசிவு நோய்களால் துன்புற்று மரணமடைபவர்களில் பிண விறைப்பு விரைவாக உண்டாகிறது. திடீர் மரணத்தின் போது பிண விறைப்பில் கால தாமதம் ஏற்படுகிறது.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Tortora and et.al., *Principles of Anatomy and Physiology*, Fourth Edition, Harper and Row Publishers, New York, 1984.

## பிணிக்கை

இது இமை இணைச் சவ்வு (conjunctiva) என்றும் கூறப்படும். மெல்லிய அடுக்கான சிலேட்டுமப் படலமான இது இமைகளின்

மேல் அமைந்து விழிக்கோளத்தையும் ஓரளவு போர்த்துகிறது. பின்னர் பளிங்குப் படத்தின் மேல் மடிப்புகளுடன் இணைந்துவிடுகிறது. இது கண் இமைகளின் பின் பரப்பைப் போர்த்தும் பகுதி, கண் கோளத்தின் முன் பகுதி, கண் இமைக்கும் கண் கோளத்திற்கும் இடையில் காணப்படும் பகுதி ஆகியவற்றைக் கொண்டது.

1. முன்னுச்சி எலும்பு
2. கண்ணீர்ச் சுரப்பி
3. மேல் இமை
4. பிணிக்கை
5. மேல்தாடை
6. பார்வை நரம்பு
7. விழிக்கோளம்
8. வில்லை



## பிணிக்கை (Conjunctiva)

குருதிப் பரிமாற்றம் பின்புற இமை இணைச் சவ்வுத் தமனி, இமைகளின் தமனிக் கிளை, முன்புற இழைத் தமனி மூலம் நடைபெறுகிறது. 5 ஆம் கபால நரம்பான மூக்கிளை நரம்பு, நரம்பூட்டம் அளிக்கிறது. நிண நாளங்கள் மேலெழுந்தும், ஆழ்ந்தும் உள்ளன.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Keith Lyle, *Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பிணை

இது எந்திரப் பிணைப்பின் (mechanical linkage) ஓர் உறுப்பு ஆகும். இதையே நகரக்கூடிய மூட்டுகளால் இணைக்கப்பட்ட உறுதியான தண்டு அல்லது பிணைப்பு எனலாம். எ-டு: வணரி, நெம்புகோல், நழுவி (slider). பிணைப்புகளில் பிணைகளைக்



கொண்டு அலைவு, சுற்று முன்பின் போன்ற நகர்வுகள் பெறப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பிணைகள் நெகிழ்வற்ற பொருள்களால் (unyielding motion) தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பிணைகள் பல வடிவங்களில் உள்ளன. எந்திரங்களின் வகைக்கேற்பப் பிணைகளின் வடிவங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. வடிவங்களில் பிணைகள் வேறுபட்டாலும் செயல்பாட்டில் பெரும்பாலும் ஒன்றாகவே திகழ்கின்றன. வணரி, மையப் புள்ளியைச் சுழலச்சாகக் (pivot) கொண்டு சுற்றுகிறது. நெம்புகோல் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் அலைவிக்கப்படுகிறது. நழுவி ஒரு நேர் அல்லது வளைந்த கோட்டில் உள்ள மற்றொரு பிணையின் மேல் முன் பின்னாக (reciprocate) நகர்கிறது.

பொதுவாக ஒவ்வொரு பிணையும் மூன்று வரையற்ற பாகைகளைக் (degrees of freedom) கொண்டது. அவற்றுள் இரண்டு இடப்பெயர்ச்சி (translational) இயக்கமும், ஒன்று சுற்று இயக்கமும் கொண்டவை. ஒரு பிணையின் இறுதி முனைப் பகுதியை (tail) அடுத்த பிணையின் முகப்புப் பகுதியுடன் இணைத்தால் (pin-joined) இரு வரையற்ற பாகைகள் மதிப்பற்றவையாகிவிடும். இவ்வாறு பல பிணைகளையும் இணைத்து ஒரு மூடிய கண்ணியை (closed loop) உண்டாக்கினால் இரு வரையற்ற பாகைகள் மதிப்பற்றவையாகிவிடும்.

$n$  - பிணை உறுப்புகள் கொண்ட சங்கிலித் தொடர் ஒன்றில் ஒரு பிணை உறுப்பு மட்டும் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டிருந்தால், இவ்வுறுப்பின் மூன்று வரையற்ற பாகைகளும் மதிப்பற்றவையாகிவிடும். எஞ்சியுள்ள வரையற்ற பாகைகளைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$F = 3(n-1) - 2g \quad (1)$$

இதில்  $g$  என்பது இணை மூட்டுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும். இதன் மூலம்  $F = 0$  உள்ள முக்கோணத்திற்கும் நாள்-தண்டுப் பிணைப்பிற்கும்  $F = 1$  என அறியலாம். சமன்பாடு (1)இல்  $F=1$  எனப் பிரதியிட்டால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$3n = 4 + 2g \quad (2)$$

4, 2g இவை இரட்டை மதிப்புகள் (even values) உடையன வாதலால்  $n$  - உம் இரட்டை மதிப்புடையதாகவே இருக்கும். காண்க: நாள்-தண்டுப் பிணைப்பு; நழுவு- வணரி இயங்கமைப்பு.

இரா. இந்து

## பிணை தண்டு

இதைப் பிணைக்கம்பி என்றும் கூறுவர். பெரும்பாலும் வட்ட வடிவக் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புடைய இந்தப் பிணைத்தண்டுகள் எந்திரங்களின் கட்டமைப்புகளில் உள்ள இரண்டு நிலையான பகுதிகளை இணைப்பதற்கோ ஓர் எந்திரத்தின் செயலமைப்புகளில் உள்ள இயக்கத்தைக் கடத்தும் இரண்டு உறுப்புகளைப் பிணைப்பதற்கோ பயன்படுகின்றன. தொடக்க நிலையில், பிணைத்தண்டுகளின் முனைகள் மரையிடப்பட்டு இருக்கும். மேலும் தற்போது அவை பிணைத்தண்டுப் பகுதிகளுடன் உருக்கி அல்லது வடித்து, பிணைத்தல் (forging) மூலம் இணைக்கப்படுவதுண்டு.

தானுந்தி ஊர்திகளில் உள்ள திருப்புகைக் சக்கரத்தின் (steering wheel) பிணைத்தண்டு, திருப்புகை முட்டுப்பகுதியைச் (steering knuckle) சக்கரங்களுடன் பிணைக்க உதவும். பொதுவாகப் பிணைத் தண்டுக்கும், புயங்களுக்கும் இடையே கிண்ண இணைப்பு (socket joint) இடம் பெற்றிருக்கும். அழுத்தம் மிகுந்த குழாய்களின் இணைப்புப் பகுதிகளுக்கிடையே மிகுதியான விசைகள் செயல்படுகின்றன. இவ்வகைக் குழாய் அமைப்புகளில் உள்ள குழாய்களை இணைக்கச் செவ்வகக் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பைக் கொண்ட பிணைத்தண்டுகள் பயன்படுகின்றன.

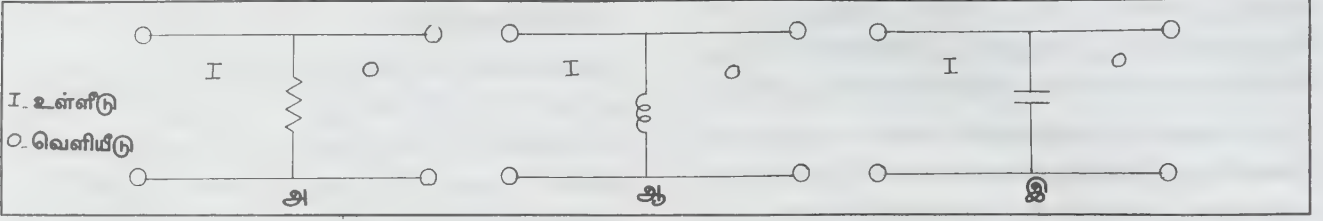
ஜி. சுண்ணாண்

## பிணைந்த மின்சுற்று

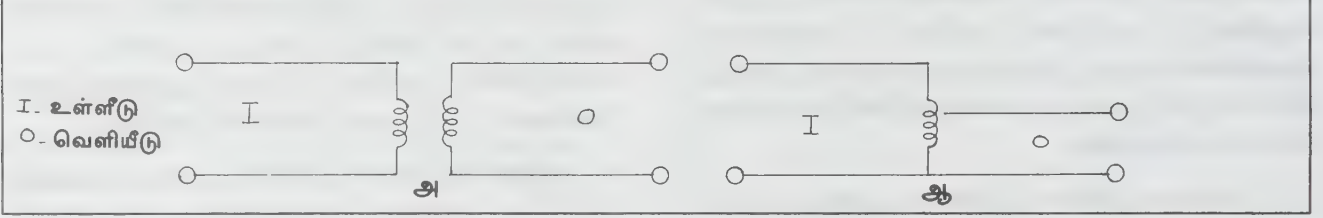
இரு சுற்றுகளுக்கு இடையே ஒரு பொது மின்மறிப்பு இருப்பின், அச்சுற்று பிணைந்த மின்சுற்று (coupled circuit) எனப்படும். இப்போது மின்மறிப்பு, பிணைக்கும் உறுப்பு எனப்படும். இது மின்னாற்றலை ஒரு மின்சுற்றிலிருந்து மற்றொரு மின்சுற்றுக்கு மின்னியலாகவோ காந்தவியலாகவோ மாற்றும்.

இது மாறுதிசை மின்னோட்ட விளைவுகளை மட்டுமே மாற்றும். நேர் மின்னோட்டத்தை மாற்றாது. இரு மின்சுற்றுகளுக்கு இடையே ஆற்றலை மாற்றுவதுடன் இணைக்கப்பட்ட சுற்றின் மின்மதிப்பைச் சமமாக்கும். மின் தடை, மின் தேக்கி, மின் நிலைமி, மின் மாற்றி இவற்றினுள் ஏதேனும் ஒன்று பிணைக்கும் உறுப்பாக இருக்கும்.

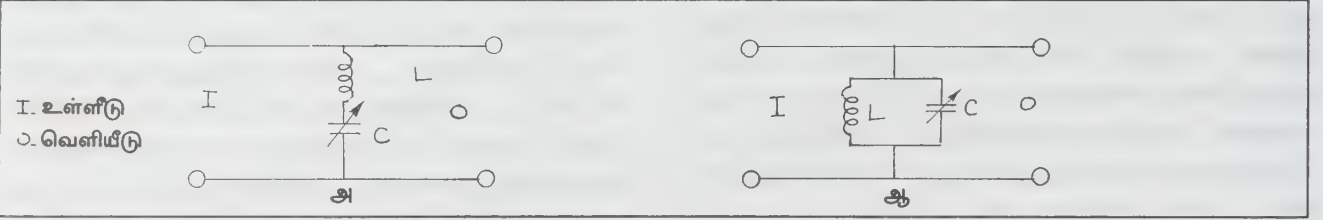
எளிய பிணைந்த மின்சுற்றுகள். படத்தில் காணப்படும் பிணைந்த மின்சுற்றுகளை நேர் - பிணைந்த மின்சுற்றுகள் எனவும் கூறலாம். இம்மின்சுற்றுகளில் உள்ளீட்டு மின்சுற்று மின்னோட்டத்தை, மின்னழுத்த



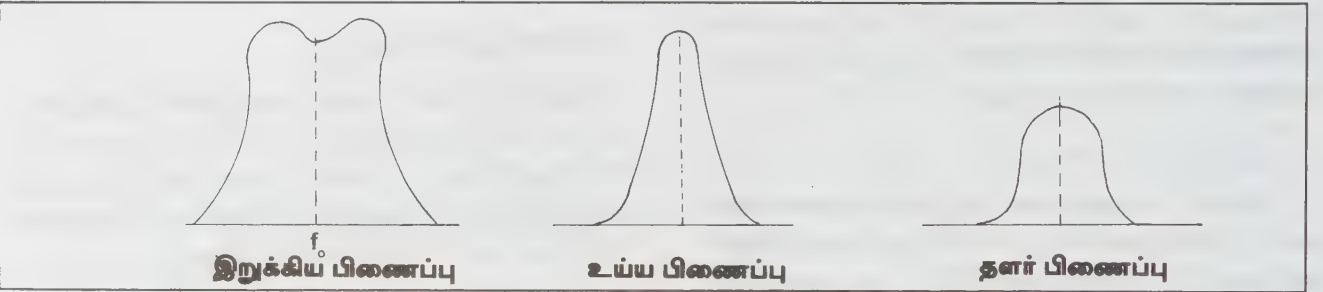
படம் 1.



படம் 2.



படம் 3.



படம் 4. இறுக்கிய, உய்ய மற்றும் தளர் பிணைந்த சுற்றுகளுக்கான துலங்கல்

வீழ்ச்சி உண்டாக்கும் பொது உறுப்பில் செலுத்துவதன் வாயிலாகப் பிணைப்பை உண்டாக்கலாம். இம்மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை வெளியீட்டு மின்சுற்றுக்குக் கொடுத்தால், மின்னாற்றல் வெளியீட்டில் கிடைக்கும். பிணைப்பில் பரிமாற்று (mutual) மற்றும் தன் தூண்டங்கள் மறைமுகமாகப் பயன்படுகின்றன. படம் 2 (அ)வில், காந்தத் தூண்டம் வாயிலாக ஆற்றல் முழுமையாக

மாற்றப்படும். உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்சுற்றுகள் மின்னியலாகப் பிரிக்கப்படும். படம் 2(ஆ) வில், ஆற்றலின் ஒரு பகுதி காந்தத் தூண்டத்தாலும், பிறிதொரு பகுதி, மின் கடத்தலாலும் மாற்றப்படும். படம்(1)(ஆ)வில், அதிர்வெண் உயர்ந்தால், மாற்றப்பட்ட ஆற்றலின் விகிதமும் உயரும். படம்.(1) (இ)ல் அதிர்வெண் உயர்ந்தால் மாற்றப்பட்ட ஆற்றலின் விகிதம்



குறையும். மின்தேக்கி, மின் நிலைமி, மின் தடை இவற்றின் கட்டமைப்பைப் பயன்படுத்தினால், உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு சுற்றுகளுக்கு இடையே ஆற்றலை மாற்றலாம்.

படம் 3 (அ)வில் ஒரு தொடர் சுருதி கூட்டிய மின்குற்று (tuned circuit) பொது உறுப்பாக இருக்கும். அது ஒத்திசைவு (resonant) அதிர்வெண்ணில் ( $f_0$ ) குறைந்த மின்மறிப்பைக் கொடுக்கும். மின்நிலைமை  $f_0$  மின்தேக்கக்கூட்டிற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வீழ்ச்சி குறைவாக உள்ளமையால்  $f_0$  இல் மாற்றப்பட்ட ஆற்றல் மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஒத்திசைவிற்கு மேலும் கீழும் உள்ள அதிர்வெண்களில், ஆற்றல் மாற்றம் மிகுதியாகக் காணப்படும். படம் 3 (ஆ)வில் மேற்கூறிய விளைவின் எதிர்ச்செயல் நடைபெறும்.

பிணைத்தல் குணகம். இரு சுற்றுகளுக்கு இடையே உள்ள பிணைத்தலின் குணகம்.

$$K = M \sqrt{L_1, L_2}$$

இதில் K பரிமாற்று மின் தூண்டம்,  $L_1$ - ஒரு சுற்றின் தன் தூண்டம்,  $L_2$ - பிறிதொரு சுற்றின் தன் - தூண்டம். இரு பரிமாற்று பிணை மின்குற்றுகளுக்கு இடையே மாற்றப்பட்ட ஆற்றலின் அளவு அதன் பிணைத்தல் குணகத்தைச் சார்ந்திருக்கும். இறுக்கிய, உய்ய மற்றும் தளர் பிணைந்த சுற்றுகளுக்கான துலங்களைப் (response) படம் 4 இல் காணலாம்.

இறுக்கிய பிணைப்பில், இரு மின்குற்றுகளில் ஒத்திசைவு ஏற்படாமல் இரு புதிய அதிர்வெண்களில் ஏற்படும். பிணைப்பைக் குறைத்தால், இரண்டு அதிர்வெண்களும் நெருங்கி, பின் ஒரே அதிர்வெண்ணாக உய்யப் பிணைப்பில் (critical coupling) இணையும். உய்யப் பிணைப்பை ஏற்ற பிணைப்பு (Optimum coupling) என்றும் கூறலாம்.

இரா. இந்து

துணை நூல். B.L. Theraja, *Basic Electronics Solid State*, Second Edition, New Delhi, 1987.

## பிணைப்பு ஆற்றல்

ஓர் அணுவின் உட்கருவை, மூலப்பகுதியாயுள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் துகள்களாகப் பிளப்பதற்குத் தேவையான ஆற்றல், பிணைப்பு ஆற்றல் (binding energy) எனப்படும்.

பிணைப்பு ஆற்றல் 373

ஒரு நிலையான அணுவின் குறைந்த மாறாத நிறை அவ்வணுவின் மூலத்துகள் நிறையின் கூடுதலைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். சான்றாக டியூட்ரியம் ( ${}^1_1\text{H}^2$ ) அணுவின் நிறை 2.014102 amu. ஆனால் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் ( ${}^1_1\text{H}^1$ ) நிறையையும், ஒரு நியூட்ரான் நிறையையும் கூட்டினால்

$$\begin{aligned} m_p + m_n &= 1.007825 + 1.008665 \\ &= 2.016490 \text{ amu} \end{aligned}$$

இது டியூட்ரியம் அணுவின் நிறையை விட 0.002388 amu மிகுதி. இக்குறைபாடு, நிறை குறைபாடு (mass defect) எனப்படும். இந்நிறை குறைபாட்டிற்கும் டியூட்ரான் உருவாகுவதற்கான புரோட்டான், நியூட்ரான் பிணைப்பிற்கும் இடையே தொடர்புள்ளது. டியூட்ரான் என்பது டியூட்ரியம் அணுவின் உட்கருவாகும்.

$$\begin{aligned} \text{டியூட்ரானில் ஏற்படும் நிறைக் குறைபாட்டை ஆற்றலில்} \\ 0.002388 \text{ amu} \times 931 \text{ Mev/amu} \\ = 2.23 \text{ Mev} \end{aligned}$$

என்று குறிப்பிடலாம். புரோட்டான், நியூட்ரான் பிணைவினால் 2.23Mev ஆற்றல் வெளிப்பட்டு, டியூட்ரான் உருவாகிறது. மாற்றாக, டியூட்ராணை புரோட்டான், நியூட்ரான் என்று தனித்தனித்துகள்களாக பிரிக்க 2.23Mev ஆற்றலை வெளிமூலம் (external source) டியூட்ரானுக்கு அளிக்க வேண்டும் (படம் 1).

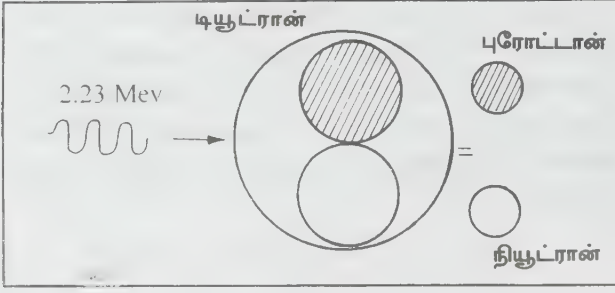
நிறையில் தோன்றும் வேறுபாட்டைக் கருத்தில் கொண்டு சார்பியல் சிறப்புக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி நிறை, ஆற்றல் இவற்றின் சம மதிப்பிற்கான அடிப்படைக் கொள்கையைப் பெறலாம்.

புரோட்டான், நியூட்ரான், எலெக்ட்ரான் ஆகியன சேர்ந்து உருவாகிய அணுவின் நிறைக்குறைபாடு  $\Delta M$  எனில் மேற்கூறிய அடிப்படைக் கொள்கை ஆற்றலின் மதிப்பை ( $\Delta E$ ) பின்வருமாறு தருகிறது.

$$\Delta E = C^2 \Delta M$$

C என்பது ஒளியின் திசைவேகம்.

அணு உட்கருவில் நிறைக்குறைபாட்டிற்குச் சமமான ஆற்றல், பிணைப்பு ஆற்றல் எனப்படும். இதைக் கொண்டு உட்கருவின் நிலைப்புத் தன்மையை அளவிடலாம். மூலத்துகள்களை ஒன்றிணைத்து அணுவின் உட்கருவை உருவாக்கும் விசையையும் பிணைப்பு ஆற்றல் எனலாம். இது அயனியாக்கும் ஆற்றல் போன்றதே.



படம் 1.

ஓர் அணுக்கரு துகளின் (nucleon) பிணைப்பு ஆற்றல் என்பது உட்கருவின் மொத்தப் பிணைப்பாற்றலை வகுக்கக் கிடைப்பதே ஆகும். ஓர் அணுக்கருத் துகளின் பிணைப்பு ஆற்றலையும் நிறை எண்ணையும் சார்பாகக் கொண்ட வரைபடம் படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதலில் பிணைப்பு ஆற்றலைக் குறிக்கும் வளைகோடு செங்குத்தாக உயர்கிறது. பின்னர் சிறிது சிறிதாகப் பெரும மதிப்பான 8.79 MeV ஐ அணு நிறை எண் 56 உடைய இரும்பின் உட்கருவில் அடைகிறது. பின் சிறிது சிறிதாக குறைந்து மிகு நிறை எண் உடைய உட்கருவில் 7.6 MeV ஐக் குறிக்கிறது.

லேசான அணுவின் உட்கருவிலுள்ள ஒவ்வொரு துகளின் சராசரி பிணைப்பு ஆற்றல் ஏறக்குறைய ஒரே மதிப்பைப் பெற்றுள்ளது. அதாவது உட்கருவின் மொத்த பிணைப்பு ஆற்றல் உட்கருவிலுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. உட்கருவிலுள்ள ஒவ்வொரு துகளும் மற்ற ஒவ்வொரு துகளுடன் இடைவினை புரிவதாகக் கொண்டால் இடைவினை ஆற்றல் அல்லது பிணைப்பு ஆற்றல் இடைவினை இரட்டைகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏறக்குறைய நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். உட்கருவினுள் A

துகள்கள் உள்ளன எனக் கொண்டால், ஒவ்வொரு துகளும் மற்றத் (A-1) துகள்களுடன் இடைவினை புரியும். எனவே இடைவினை புரியும் இரட்டைகளின் எண்ணிக்கை A (A-1)/2 ஆகும். பிணைப்பு ஆற்றல் இந்த எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது.

கனமான அணுவின் உட்கருவைக் கருத்தில் கொண்டால் A<sup>2</sup> ஐ நோக்கும்போது A என்பது புறக்கணிக்கத்தக்கது. எனவே பிணைப்பு ஆற்றல் உட்கருவிலுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையின் இருமடிக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. கணக்கிடப்பட்ட இம்முடிவு, செயல்முறையில் கிடைத்த முடிவிற்கு மாறுபட்டுக் காணப்பட்டது. செய்முறை முடிவின்படி மொத்த ஆற்றல் ஏறக்குறைய Aக்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளது.

அணு உட்கருவின் மொத்த பிணைப்பு ஆற்றல் ( $E_b$ ) பருமன், புறப்பரப்பு கூலும் ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும்.

$$E_b = E_v + E_s + E_c$$

$$E_v = \text{பரும ஆற்றல்}$$

$$E_s = \text{புறப்பரப்பு ஆற்றல்}$$

$$E_c = \text{கூலும் ஆற்றல்}$$

இதையே பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

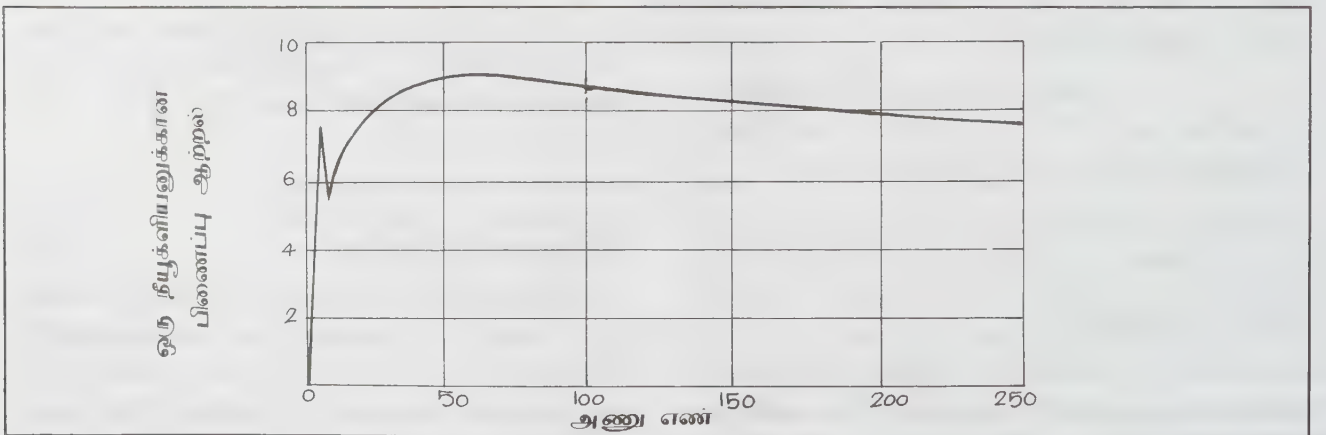
$$E_b = a_1 A - a_2 A^{2/3} - a_3 \frac{z(z-1)}{A^{1/3}}$$

அணு எண்

ஓர் அணுக்கருத் துகளின் பிணைப்பு ஆற்றலை

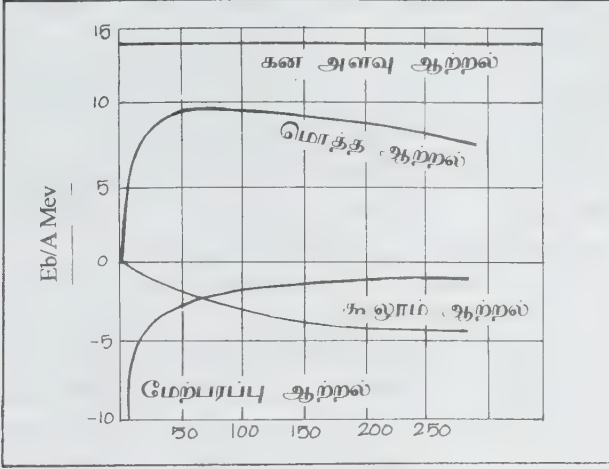
$$\frac{E_b}{A} = a_1 - \frac{a_2}{A^{1/3}} - a_3 \frac{z(z-1)}{A^{4/3}}$$

என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.



படம் 2.





ஒவ்வோர் அணுக்கருத்துகளின் பிணைப்பு ஆற்றலும் பெருமதிப்பு உடையதாக இருப்பின் மிகு நிலைப்புத் தன்மையுடைய அணு, உட்கரு உருவாகும். இரு புரோட்டான்களுக்கு இடையேயான கூலும் ஆற்றல் மதிப்பு, ஒவ்வொரு துகளின் சராசரி பிணைப்பு ஆற்றலைவிடக் குறைவாகவே உள்ளது. கூலும் ஆற்றல் அதிகரிப்பினால் ஒவ்வொரு துகளின் பிணைப்பு ஆற்றலும் குறைகிறது. ஏனெனில் புறப்பரப்பிலுள்ள துகள்கள் உட்கருவினுள் அமைந்துள்ள துகள்களின் இடைவினையில் பகுதி இடைவினைக்கே உட்படுகின்றன.

நிறை மற்றும் பிணைப்பு ஆற்றலை இணைக்கக்கூடிய வாய்பாடு, உட்கரு நிறையையும், பிணைப்பு ஆற்றலையும் கணக்கிடப் பயனுள்ளதாக உள்ளது. இவ்வாய்ப்பாடு பகுதி முற்றுறா நிறை வாய்ப்பாடு (semi empirical mass formula) அல்லது பகுதி முற்றுறா பிணைப்பு ஆற்றல் வாய்ப்பாடு (semi empirical binding energy formula) எனப்படும். பிணைப்பு ஆற்றல் வாய்ப்பாடு உட்கருவின் நிலைப்புத் தன்மையைப் பற்றிக் குறிப்பாக - செயற்பாடு பற்றியும் சம அழுத்தக் கோடுகளின் (isobar) நிலைப்புத் தன்மை பற்றியும் எடுத்துரைக்கிறது.

ஜா. சுதாசுர்

துணைநூல். F.Bueche, *Principles of Physics*, Fourth Edition, McGraw - Hill International Book Company, New York, 1984. Irving Kaplan, *Nuclear Physics*, Oxford & IBH Publishing company, New Delhi, Second Edition, 1962.

## பிணைப்பு (எந்திரப் பொறியியல்)

உலோக மேலுறையுடன் கூடிய உலோக உறுப்புகளையோ, ஊர்திகளில் உள்ள உறுப்புகளையோ சேர்க்கும் முறைக்குப் பிணைப்பு (bonding) என்று பெயர். இதனால் இவ்வுறுப்புகள் தொடர்ச்சியான மின் அலகை (electrical unit) உருவாக்குகின்றன. பற்றுவைத்தலினால் ஏற்படும் குறுக்கீடுகளைத் (interference) தவிர்ப்பதற்கோ, குறைப்பதற்கோ இப்பிணைப்பு முறை பயன்படுகிறது.

கட்டமைப்பின் ஒரு பகுதியில் தோன்றிப் பிற பகுதிகளுக்குக் கடத்தப்பட்டு நிலையான குறுக்கீட்டை உண்டாக்கும் நிலை மின்சாரம் உண்டாவதைத் தடுக்கவும் இப்பிணைப்பு உதவுகிறது. சிறந்த முறையில் மின் தொடர்பு ஏற்படும் வகையில் மரையாணி அல்லது கனமான செம்பு வடம் (copper cable) அல்லது பட்டைகளால் இணைப்பதன் மூலம் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. பசைகளால் இரு துண்டுகளை இணைப்பதற்கும் பிணைப்பு என்றே பெயர்.

வா. அனுசுயா

## பிணைப்புக் கோணமும் நீளமும்

இரண்டு அணுக்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கும்போது அணு ஆர்பிட்டால்கள் (எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள்) ஊடுருவிக் கலக்கின்றன. அணு ஆர்பிட்டால்கள் மேற்பொருந்துதலால் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் உருவாகின்றன. அப்பொழுது இரண்டு அணுக்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் அமைந்திருக்கும். இவ்வாறாக, ஒரு சகப்பிணைப்பால் இணைந்துள்ள இரண்டு அணுக்கருக்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு பிணைப்பு நீளம் (bond length) எனப்படும்.

இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கூடும்போது ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு உண்டாகிறது. இரண்டு அணுக்களிடையில் தொலைவு  $0.74\text{\AA}$  ஆக இருக்கும்போது இவ்வமைப்பு நிலையானதாகிறது. எனவே, ஹைட்ரஜன்-ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு நீளம்  $0.74\text{\AA}$  ஆகும். குறிப்பிட்ட இரண்டு அணுக்களிடையே உள்ள தொலைவு வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளிலும் ஏறத்தாழ ஒரே மதிப்பைக் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பன்-ஹைட்ரஜன் பிணை நீளம் (C-H) மெத்தேன், எத்தேன், புரோப்பேன் போன்ற பல மூலக்கூறுகளிலும் ஒரே மதிப்புகளையதாக உள்ளது; அதாவது C-H பிணை நீளம்  $1.12\text{\AA}$  ஆகும்.

இதுபோலவே கார்பன்-கார்பன் ஒற்றைப் பிணைப்பு பல மூலக்கூறுகளில் இருப்பதையும் அதன் பிணை நீளம் ஏறத்தாழ ஒரே மதிப்புடையது என்பதையும் அறியலாம்.

மூலக்கூறு	வாய்பாடு	கார்பன்-கார்பன் பிணைநீளம்(Å)
வைரம்	-- C-C --	1.54
ஈத்தேன்	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.54
எத்தனால்	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1.55
புரோப்பேன்	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.54

பிணை நீளங்களை அளவிட பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. எக்ஸ்-கதிர் விளிம்பு வளைவு (X - ray diffraction), நியூட்ரான் விளிம்பு வளைவு ஆய்வுகள் அணுக்கருக்களின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறிய உதவுகின்றன. இவை தவிர நிறமாலை (நிரல்) உத்திகளைக் கையாண்டும் பிணை நீளங்களைக் கணக்கிடலாம். அகச் சிவப்பு நிரல், புண்ணலை நிரல், இராமன் நிரல் ஆகிய முறைகளைக் கையாண்டு சேர்மத்திலுள்ள இரண்டு அணுக்களிடையே உள்ள தொலைவை அறியலாம்.

தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் இரண்டாம் வரிசையில் அமைந்துள்ள கார்பன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், ஃபுளூரின் ஆகிய தனிமங்கள் ஹைட்ரஜனுடன் ஒற்றைப் பிணைப்பினால் இணைந்திருக்கும்போது பிணை நீளம் ஏறத்தாழ 1Å ஆக உள்ளது.

பிணைப்பு	நீளம்	பிணைப்பு	நீளம்
H-C	1.09Å	H-O	0.96Å
H-N	1.00Å	H-F	0.92Å

இந்த அணுக்கள் ஒத்தவையாக இருப்பதும், இவை ஒரே வகை ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டு பிணைப்பை உண்டாக்குவதும் பிணை நீளங்கள் ஒரே அளவாக இருப்பதற்குக் காரணங்களாகும்.

ஒரே வரிசையிலுள்ள மேற்கூறிய தனிமங்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஒற்றைப் பிணைப்பு உண்டாகும் போது பிணை நீளம் ஏறத்தாழ 1.5Å ஆக உள்ளது.

C-C.....1.54Å; C-O....1.43Å; C-N.....1.47Å

குறிப்பிட்ட இரண்டு அணுக்களிடையே உண்டாகும் ஒற்றைப் பிணைப்பு நீளம் இரட்டைப் பிணைப்பு தொலைவை விட மிகுதியாகும். இரட்டைப் பிணைப்புகள் மும்மைப் பிணைப்புகளை விட நீளமானவை. பொதுவாக, பிணைப்பு நீளங்கள் கீழ்வரும் வரிசையில் குறைவடைகின்றன.

எ-டு:

பிணைப்பு	நீளம்	பிணைப்பு	நீளம்
C - C	1.54Å	N - N	1.45Å
C = C	1.34Å	N = N	1.25Å
C ≡ C	1.20Å	N ≡ N	1.10Å

ஒற்றைப் பிணைப்புகளை விடப் பாலி பிணைப்புகள் நீளம் குறைந்தவை. இதற்குக் காரணமாக இருப்பது கூடுதலான பிணைப்பு விசையாகும். அணுக்கரு - எலெக்ட்ரான்களிடையே ஏற்படும் கவர்ச்சி விசை, அணுக்கருக்களிடையே உண்டாகும் விலக்கு விசையைவிட அதிகரிப்பதால் அணுக்களிடையே உள்ள தொலைவு குறைகிறது.

பிணைப்பு நீளத்தின் மதிப்பு பல காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. மூலக்கூறில் நிகழும் உடனிகைவு (resonance) காரணமாகப் பிணை நீளம் மாறுபடலாம். பிணைப்பில் இணைந்துள்ள அணுக்கள் எத்தகைய கலப்பினமாக்கலில் (hybridisation) ஈடுபட்டுள்ளன என்பதைப் பொறுத்தும் பிணை நீளம் சிறிது மாறுபடலாம். பிணைப்பின் நீளம் இணைந்துள்ள அணுக்களின் அளவை மட்டுமன்றி அவற்றின் எலெக்ட்ரான் - கவர் தன்மையைப் பொறுத்தும் அமைகிறது.

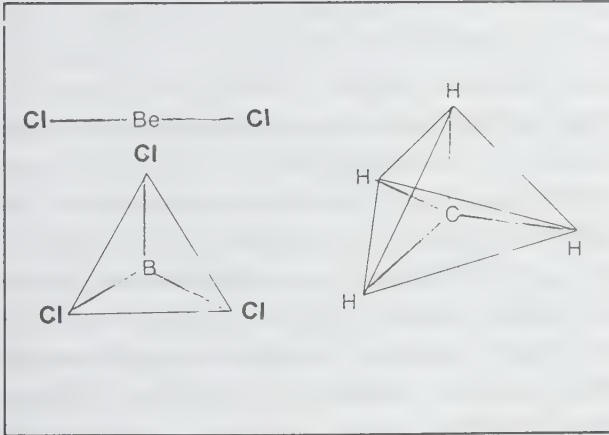
பிணைப்பு	நீளம் (Å)
H-F	0.92
H-Cl	1.28
H-Br	1.42
H-I	1.61



ஃபுளூரின் அணு அளவில் சிறியது. ஆனால் உயர்ந்த எலெக்ட்ரான்-கவர் தன்மை உடையது. எனவே, ஹைட்ரஜன் - ஃபுளூரின் பிணை நீளம் குறைவாக உள்ளது. அயோடின் அணு அளவில் பெரியது, குறைந்த எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மை உடையது. எனவே, ஹைட்ரஜன் - அயோடின் பிணைநீளம் மிகுதியாக உள்ளது.

**பிணைப்புக் கோணங்கள்.** ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள இரண்டு பிணைப்புகளுக்கிடையே உள்ள கோணம் அவற்றின் பிணைப்புக் கோணம் (Bond angle) எனப்படும். பிணைப்புக் கோணங்களிலிருந்து சேர்மங்களின் பல பண்புகள், குறிப்பாகக் கரிமச் சேர்மங்களின் வினைத் திறன்கள், புலனாகின்றன. கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் போன்ற சில தனிமங்களுக்கான பிணைப்புக் கோணங்கள் மட்டுமே கரிம வேதியியல் துறையில் பெரிதும் பயன்படுவனவாகும்.

பெரிலியம் குளோரைடு ( $\text{BeCl}_2$ ) போன்ற சேர்மங்களில் இரண்டு சகப்பிணைப்புகள் மட்டுமே இருப்பதால் அவற்றின் பிணைப்புக் கோணம்  $180^\circ$  ஆகும். அதாவது, மைய அணுவுடன் ஏற்படும் இரண்டு கோணங்களும் இயன்ற வரை விலகி நின்று எதிரெதிர்த் திசைகளில் அமைந்துள்ளன. இம்மூலக்கூறு நீள்வடிவமாக (linear) உள்ளது. (படம். 1). கார்பன் டை ஆக்சைடு மற்றொரு நீள்வடிவ மூலக்கூறு ஆகும்.

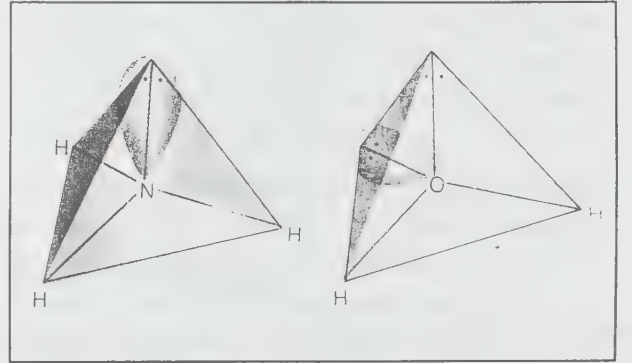


படம் 1, படம் 2, படம் 3

போரான் டிரை குளோரைடு ( $\text{BCl}_3$ ) என்னும் சேர்மத்தில் மூன்று சகப்பிணைப்புகள் (B-Cl) உள்ளன. இவை ஒரே தளத்தில் முக்கோண வடிவில் அமைகின்றன. இவற்றின் பிணைப்புக் கோணம்  $120^\circ$  ஆகும். (படம்.2).

மெத்தேன் மூலக்கூறு ( $\text{CH}_4$ ) நான்கு C-H சக பிணைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. மைய அணுவான

கார்பனிலிருந்து நான்முகியின் நான்கு மூலைகளை நோக்கியவாறு இப்பிணைப்புகள் அமைந்துள்ளன. எனவே, இவற்றிடையே உள்ள பிணைப்புக் கோணம்  $109.5^\circ$  ஆகும். (படம்3). கார்பனுடைய ஆர்பிட்டால்கள்<sup>3</sup> கலப்பினமாக்கலில் ஈடுபட்டுள்ளமையால் நான்முகி வடிவ மூலக்கூறு உண்டாகிறது. அம்மோனியா மூலக்கூறில் மூன்று N - H சக பிணைப்புகள் உள்ளன. இப்பிணைப்புகளில் மூன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ள எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் உள்ளன. இவை தவிர நைட்ரஜன் அணுவில் ஓர் எலெக்ட்ரான் இரட்டை தனித்த இரட்டையாக (lone pair) அமைந்துள்ளது. இந்நான்கு எலெக்ட்ரான் - இரட்டைகளும் நான்முகியின் நான்கு மூலைகளை நோக்கிய வண்ணம் அமைந்துள்ளன. ஆனால், தனித்துள்ள எலெக்ட்ரான்-இரட்டை மிகுந்த பருமனை அடைத்துக் கொள்வதால் N-H பிணைப்புகளுக்கு இடையே உள்ள கோணம்  $107^\circ$  ஆகக் குறைந்து காணப்படுகிறது (படம்4). அம்மோனியா மூலக்கூறு முக்கோணப் பிரமிடு வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளது.



படம் 4, படம் 5

நீர் மூலக்கூறு ( $\text{H}_2\text{O}$ ) இரண்டு சக பிணைப்புகளைக் (H-O-H) கொண்டுள்ளது. இவை மட்டுமல்லாமல் மைய அணுவான ஆக்சிஜன் மீது இரண்டு தனித்த எலெக்ட்ரான் - இரட்டைகளும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் கொள்ளிடம் காரணமாகப் பிணைப்புக் கோணம் நான்முகிக் கோணத்தைவிடக் குறைவாக உள்ளது. H-O-H பிணைப்புக் கோணம்  $105^\circ$  ஆகும்(படம்5).

பிணைப்புக் கோணங்கள் பிணைப்பில் ஈடுபடும் ஆர்பிட்டால்களின் இனக் கலப்பை மட்டுமின்றி அணுக்களின் அளவு, எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் சிறிது மாறுபடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, குளோரோஃபார்ம் ( $\text{CHCl}_3$ ) மூலக்கூறில் Cl- C- Cl பிணைப்புக் கோணம்

### 378 பிணைப்பு (வேதியியல்)

நான்முகிக் கோணத்தை விடச் ( $109.5^\circ$ ) சிறிது கூடுதலாக உள்ளது ( $111^\circ$ ). ஆனால் Cl - C - H பிணைப்புக் கோணம்  $108^\circ$  ஆகக் குறைகிறது.

மூலக்கூறுகள் வேறு பல வடிவங்களையும் கொண்டுள்ளன. பாஸ்பேரஸ் பென்டா குளோரைடு ( $\text{PCl}_5$ ) மூலக்கூறில் ஐந்து சக பிணைப்புகள் உள்ளன. இவை முக்கோண இரட்டைப் பிரமிடு வடிவில் அமைந்திருக்கும். இவற்றிடையே உள்ள பிணைப்புக் கோணங்கள்  $90^\circ, 120^\circ$  மதிப்புடையன. சல்ஃபர் ஹெக்சா ஃபுளோரைடு ( $\text{SF}_6$ ) சேர்மத்தில் ஆறு சக பிணைப்புகள் எண்முகி வடிவில் அமைகின்றன. இவற்றிடையே ஏற்படும் பிணைப்புக் கோணங்கள்  $90^\circ$  ஆகும்.

மூலக்கூறு	பிணைப்புகள்	கோணம்
$\text{BeCl}_2$	Cl-Be-Cl	$180^\circ$
$\text{BCl}_3$	Cl-B-Cl	$120^\circ$
$\text{CH}_4$	H-C-H	$109.5^\circ$
$\text{NH}_3$	H-N-H	$107^\circ$
$\text{H}_2\text{O}$	H-O-H	$105^\circ$
$\text{SF}_6$	F-S-F	$90^\circ$

இரா. இலக்குமணன்

### பிணைப்பு (வேதியியல்)

அணுக்களுக்கோ, அயனிகளுக்கோ, மூலக்கூறுகளுக்கோ இடையேயான ஈர்ப்பு வகை இடையீடுகள், பிணைப்புகள் (bonds) எனப்படுகின்றன.

தனிமமோ, சேர்மமோ எப்பொருளாயினும், பிணைப்பின்றி உருப்பெறுவதில்லை. He, Ne, Ar, Kr, X<sub>2</sub> எனும் அரிய வளிமங்கள் ஓரணு மூலக்கூறுகளாகும். அதாவது, இவற்றின் அணுக்களே மூலக்கூறுகளாகும். வளிமநிலையில் இத்தனிம அணுக்கள் தனித்து நிற்கவல்லன. மாறாக, பெரும்பாலான மற்றைய வளிமங்கள் ஈரணு, மூவணு அல்லது பல்லணு மூலக்கூறுகளாக இயங்குகின்றன. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் அணுக்கள் இணைந்திருத்தலே பிணைப்பு எனப்படுகிறது.

பிணைப்புக்களை அவை உருவாகும் சூழ்நிலைகளின் அடிப்படையிலும், அவற்றின் வலிவுகளின் அடிப்படையிலும் இரண்டாக வகையிடலாம். அவை, முதனிலைப் பிணைப்புகள் (primary bonds); துணைநிலை அல்லது இரண்டாம் நிலைப் பிணைப்புகள் (secondary bonds).

முதனிலைப் பிணைப்புக்கள் யாவும் முழுமையான வேதிப் பிணைப்புகள். பிணைப்பிற்கும் அணுக்களின் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களின் நிலைகளில் (எலெக்ட்ரான் மாற்றுவாயிலாகவோ, எலெக்ட்ரான் பங்கீடு வாயிலாகவோ) மாற்றங்கள் நிகழ்வதே வேதிப்பிணைப்பின் அடிப்படையாகும்.

துணைநிலைப் பிணைப்புக்கள் யாவும் வலுக்குறைந்த, நிலை மின்னியல் தொடர்பான ஈர்ப்பு விசைகளாகும்.

இவ்விரு வகைகளையும் மேலும் உட்பிரிவுகளாக வகையிடலாம்.

முதனிலைப் பிணைப்புகள். அயனிப் பிணைப்பு (ionic bond), சக பிணைப்பு (covalent bond), ஈதல் பிணைப்பு (coordination bond), உலோகப் பிணைப்பு (metallic bond).

துணைநிலைப் பிணைப்புகள். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு, வாண்டர் வால்ஸ் பிணைப்பு.

அயனிப் பிணைப்பு. பிணைப்புறாத நிலையில் இருந்ததை விட பிணைவுற்ற நிலையில் அணுக்களின் நிலைத்தன்மை கூடுதலாக இருத்தல் வேண்டும். இதுவே பிணைப்புகளுக்கு ஈன உந்துவிசை அல்லது தூண்டுகோலாகும். சில தனிமங்களின் அணுக்கள் தம் வகையையும் உள்ளிட்ட பிற அணுக்கள் எவையுடனும் இணையமாட்டா. இவ்வகை அணுக்கள் அரிய வளிமங்களான தனிமங்களில் இடம் பெற்றுள்ளன. இவை பெரும்பாலும் வினைத் திறனற்றவை யாகவும், வேதிநிலைத் தன்மை கொண்டவையாகவும் இருப்பதால், மற்ற தனிமங்கள் இந்நிலைத் தன்மையை அடைய முயலுகின்றன. ஆற்றல் மட்ட அளவையின்படி, நிலையான தன்மை எனப்படுவது குறைந்த ஆற்றல் நிலையையும், நிலையற்ற தன்மை (கிளர்வுற்ற நிலை) உயர் ஆற்றல் நிலையையும் குறிப்பிடுவனவாகும். எந்தவொரு அமைப்பும் உயர் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து கீழ் ஆற்றல் நிலைக்கு சரியும் இயல்புடையன. இதன் காரணமாக பிற தனிமங்கள் வினையறு தனிமங்களின் இயல்பான நிலைத்தன்மையை எய்துவதற்கு வாய்ப்பை எதிர்நோக்குகின்றன. இதனைப் புரிந்துகொள்வதற்கு வினையறு தனிம அணுக்களின் நிலைத்தன்மைக்கான அடிப்படையை அறிதல் தேவை. அணுவின் வேதிநிலைத்தன்மை அதனுள்ளடங்கிய எலெக்ட்ரான்களின்



எண்ணிக்கையையும், எலெக்ட்ரான் அமைப்பையும் பொருத்ததாகும். வினையுறு தனிமங்கள் அணுவின் வெளிச்சுற்றில் எட்டு எலெக்ட்ரான்களைக் (எட்டென் கூட்டம்) கொண்டுள்ளன. இவ்வமைப்பு நிலைத்தன்மை மிக்கதாகும். மற்ற தனிம அணுக்கள் எட்டென் கூட்டத்தை வெளிச்சுற்றில் அடைவதற்கு முயலுகின்றன. ஏழு எலெக்ட்ரான்களை வெளிச்சுற்றில் கொண்ட அணுவும் ஒரேயொரு எலெக்ட்ரானை வெளிச்சுற்றில் கொண்ட அணுவும் இணைவதற்கு இவ்வெட்டென் வேட்கை வழிவகுக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் அணு எண் 11 கொண்டது. இதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு 2, 8, 1. ஃபுளூரின் அணு எண் 9 ஆகும். இதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு 2, 7. இதன் விளைவாக சோடியம் அணுவின் வெளிச்சுற்றிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் ஃபுளூரின் அணுவின் வெளிச்சுற்றுக்கு மாற்றமடைய வாய்ப்பு தோன்றுகிறது. இவ்வெலக்ட்ரான் மாற்றத்தினால் இரு அணுக்களும் நியானின் எட்டென் கூட்ட அமைப்பை அடைகின்றன. எனினும், அணுக்கருக்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லையாதலால், சோடியம் அணு நிகரமாக ஒரு நேர்மின்னேற்றத்தையும், ஃபுளூரின் அணு ஒரு எதிர்மின்னேற்றத்தையும் ஏற்கின்றன. மின்னேற்றத்தைச் சுமக்கும் அணுக்கள் அயனிகள் எனப்படுகின்றன. நேர்மின் அயனியும் எதிர்மின் அயனியும் ஈர்ப்பதால் தோன்றும் இப்பிணைப்பு அயனிப் பிணைப்பு எனப்படுகிறது.

அயனிப் பிணைப்பின் விளைவாகத் தோன்றும் சேர்மங்களுக்கு சில பொதுப் பண்புகள் உள்ளன. இவற்றின் உருகுநிலைகள் குறிப்பிட்ட எண் மதிப்புகளற்றவையாகவும், மிக உயர்வானவையாகவும் உள்ளன. திண்மநிலை அயனிச் சேர்மங்கள் படிக உருவானவை. இப்படிகங்களைத் தேய்த்தால் நொறுங்குகின்றன. படிகத்தில் ஓர் அயனி அடுக்கை அண்டை அடுக்குகளினின்று இடம்பெயரச் செய்தால் இரு வேறு அடுக்குகளிலுள்ள ஒரே வகை மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கவேண்டிய நிலை தோன்றுகிறது. இவை ஒன்றையொன்று விலக்கும் இயல்புடையனவாதலால், படிகம் நொறுங்குகிறது. அயனிச் சேர்மங்கள் திண்ம நிலையில் மின் கடத்தா. படிகநிலையில் அயனிகள் இயங்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் கிட்டுவதில்லை.

**சக பிணைப்பு.** - தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் பத்தி 1இல் உள்ள தனிமங்கள் பத்தி 7இல் உள்ள தனிமங்களுடன் இணைவதற்கு முந்தைய வகை அணுக்களிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை பிந்தைய வகை

அணுக்களுக்கு மாற்றுவதால் அயனிப் பிணைப்பு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இதேபோன்று, பத்தி 2இல் உள்ள தனிம அணுக்கள் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை இழக்கவும், பத்தி 6இல் உள்ள தனிம அணுக்கள் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை ஏற்கவும் தயாராக உள்ளன. எனினும், இரு எலெக்ட்ரான்களை அகற்றும் செயலில் முதல் எலெக்ட்ரானை அகற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலை விட இரண்டாம் எலெக்ட்ரானை அகற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் கூடுதலாகும். முதல் எலெக்ட்ரான் நடுநிலை அணுவிலிருந்தும், இரண்டாவது எலெக்ட்ரான் நேர்மின் அயனியிலிருந்தும் அகற்றப்படுவதால் இவ்வேறுபாடு தோன்றுகிறது. இதே வழிமுறையில் மூன்று எலெக்ட்ரான்களை அகற்றுதல் மேலும் கூடுதல் ஆற்றல் செலவினால் கைகூடுகிறது. நான்காம் எலெக்ட்ரானை அகற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் மிக உயர்வாகவுள்ளதால், எலெக்ட்ரான் வெளிச்சுற்று அணுக்கருவிலிருந்து மிகவும் விலகி அமைந்துள்ள காரீயம், வெள்ளீயம் போன்ற பெரிய தனிம அணுக்களைத் தவிர பிற அணுக்களில் நான்கு எலெக்ட்ரான்களை அகற்றுதல் இயலாது. இதன் காரணமாக பத்தி 4இல் அமைந்துள்ள சிறிய தனிமங்களான கார்பன், சிலிக்கான் ஆகியன அயனிச் சேர்மங்களைத் தர முடிவதில்லை.

மற்றொரு சூழ்நிலையிலும் அயனிப் பிணைப்பு தோன்ற இயலாது. ஒரே தனிமத்தின் இரு அணுக்கள் பிணைப்புறுவதற்கும் அயனிநிலை வாய்ப்பு அளிப்பதில்லை. இரு அணுக்களும் சம இயல்புடையனவாதலால் இரண்டுமே நேர்மின் அயனிகளாகவோ, எதிர்மின் அயனிகளாகவோ மாறவே வாய்ப்பிருக்கும். இந்நிலையில் அயனிப் பிணைப்பு தோன்ற முடியாது.

அயனிப் பிணைப்பு மட்டுமே ஒரே வகை வேதிப்பிணைப்பாக இருப்பின், கார்பன், சிலிக்கான் ஆகிய தனிமங்கள் சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்க இயலாது.  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $P_4$ ,  $S_8$  போன்ற பல்லணு மூலக்கூறுகள் நிலைத்தன்மை பெறுவதற்கும் வாய்ப்பிருக்காது. ஆனால் உண்மையில் இம் மூலக்கூறுகள் யாவும் சக பிணைப்பின் மூலமே உருவாகின்றன. எட்டென் கூட்ட அமைப்பை எலெக்ட்ரான் மாற்றத்தினால் பெறுவதற்கு பதிலாக எலெக்ட்ரான் பங்கீட்டினால் பெறும் வாய்ப்பு இங்கு செயல்படுத்தப்படுகிறது. பிணைப்புற்ற இரு அணுக்களும் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை (electron pairs) சமமாக பங்கிட்டுக் கொண்டு, இரு எட்டென் அமைப்புகளுக்கும் இவற்றை பொதுவாக்கிக் கொள்கின்றன. எலெக்ட்ரான் நிலைகளில் பெருத்த மாற்றம் ஏதும்

நிகழ்வதில்லையாதலால், எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றலைச் சமமாகப் பெற்றுள்ள (கார்பன் - ஹைட்ரஜன்) தனிம அணுக்களும் இணைய முடிகிறது. கரிமச் சேர்மங்கள் யாவற்றிலும் சகப்பிணைப்புக்களே மலிந்துள்ளன. ஓரினத்தான பல்லணு மூலக்கூறுகள் தனித்தியங்குவது இவ்வகைப் பிணைப்பின் கிளைத் தேற்றமேயாகும்.

சக பிணைப்புச் சேர்மங்கள் துல்லியமான, ஆனால் குறைவான உருகுநிலைகளையும், கொதிநிலைகளையும் கொண்டுள்ளன. எத்திறன் நிலையிலும் இச்சேர்மங்கள் மின்னாற்றலைக் கடத்தமாட்டா. ஹைட்ரஜன், அம்மோனியா போன்ற வளிமங்கள், வைரம் போன்ற பெரும் கடினத்தன்மை கொண்ட படிகங்கள், மென்மைக்கு எடுத்துக்காட்டான கிராஃபைட் படிகங்கள், மண்ணெண்ணெய் போன்ற நீர்மங்கள் என பலவகையான பொருள்கள் சக பிணைப்புக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

ஈதல் சக பிணைப்பு. பங்கீடாகும் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை பிணைப்பும் இரு அணுக்களுள் ஒன்று மட்டுமே ஈதலால் நிறுவப்படும் பிணைப்பு. இது எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை எளிதில் வழங்கும் இயல்புடைய அணுவும், அவற்றை எளிதில் ஏற்கும் இயல்புடைய அணுவும் இணைவதால் தோன்றும் பிணைப்பாகும். இது அம்மோனியா மூலக்கூறில் பிணைப்புறாத எலெக்ட்ரான் இரட்டையொன்று நைட்ரஜன் அணுவின்மீது நிலை பெற்றுள்ளது. போரான் டிரைஃபுளூரைடு மூலக்கூறில் எலெக்ட்ரான் இரட்டையொன்றை குடியமர்த்தவல்ல எலெக்ட்ரான் சுற்றும் உள்ளன. எனவே, இவ்விரு மூலக்கூறுகளும் ஈதல் பிணைப்பால் இணைகின்றன. இதன் விளைவாக நைட்ரஜன் அணு பின்ன நேர்மின்னேற்றத்தையும், போரான் அணு பின்ன எதிர்மின்னேற்றத்தையும் ஏற்கின்றன. எனவே, இப்பிணைப்பு வகையை சகபிணைப்புக்கும் அயனிப்பிணைப்புக்கும் இடைப்பட்டதாகக் கருதும் வழக்கம் உள்ளது.

லூயிஸ், காசெல், வெர்னர், சிட்க்விச் போன்ற வேதியியல் அறிஞர்களால் உருவாக்கப்பட்ட இப்பிணைப்புக் கொள்கை பல பெரும் மாறுதல்களுக்குள்ளாகியது. அவர்களின் கருத்துகளில் சில திருத்தப்பட்டன; சில மறுக்கப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, எட்டெண் கூட்டம் (octet) என்ற அமைப்புக்கு முதன்மை அளிக்கப்பட்டு, இணைதிறன் கொள்கைக்கு மையக் கருத்தாக்கப்பட்டது தவறென எடுத்துரைக்கப்பட்டது. ஹைட்ரஜன் தொடங்கி பெரிளியம் வரையிலான தனிம அணுக்கள் எச்சுழ்நிலையிலும் எட்டெண் அமைப்பைப் பெற இயலாதன. ஹீலியம் அணுவின்

(வினையறு வளிமம்) அணு எண் 2 ஆகும். எனவே எட்டெண் கூட்டம் உருவாக முடியாது.

வினையறு தனிம அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் வெளிச் சுற்றமைப்புக்கு பிணைப்புக் கொள்கையில் அளிக்கப்பட்ட முதன்மை நிலை ஏற்றதாக இல்லை என்று அறியப்பட்டுள்ளது. வினையறு தனிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புக்களை எட்டுவதே மற்றைய தனிமங்களின் பிணைப்பும் இயல்புக்குக் காரணம் என்றால் இடைநிலைத் தனிமங்களான (transition elements) தாமிரம், இரும்பு, குரோமியம், நிக்கல் போன்றவை இணைதிறன் அற்றனவாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் இவ்வுலோகங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இணைதிறன் களையுடைத்தும், பலவகைச் சேர்மங்களைக் கொண்டும் உள்ளன.

இக்கொள்கைக்கு எதிராகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வாதங்களில் முதன்மையானது பிணைப்பின் தூய்மையைப் பற்றியதாகும். எந்தவொரு பிணைப்பும் முழுமையாக அயனிப் பிணைப்பாகவோ, முழுமையாக சக பிணைப்பாகவோ இருப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக நேர் மின்தன்மை மிகப் பெற்ற சீசியமும், எதிர்மின்தன்மை மிகப்பெற்ற ஃபுளூரீனும் இணைவதால் உருவாகும் சேர்மமான CsF முழுமையான அயனிச் சேர்மமல்ல. அலுமினியம் குளோரைடு, இரும்பு குளோரைடு, வெள்ளீயம் (IV) குளோரைடு ஆகிய உலோகச் சேர்மங்களில் கணிசமான அளவு சகபிணைப்பியல்புகள் காணப்படுகின்றன. மாறாக, HCl, HF போன்ற வளிம நிலை சக பிணைப்புச் சேர்மங்களில் கருத்தக்க அளவுக்கு அயனித்தன்மை இடம் பெற்றுள்ளது. இதனால் முனைவுற்ற மூலக்கூறுகள், முனைவற்ற மூலக்கூறுகள் என்ற வகையீடு உருப்பெற்றது. இக்கருத்தை விளக்குவதற்காக லைனஸ் பாலிங் என்பார் பயன்படுத்திய எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மை (electronegativity) என்ற அளவீடு பெரும் விவாதத்திற்குள்ளாகியது. தனிம அணுக்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை அகற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலளவுகள் துல்லியமாக அறியப்பட்டுள்ளன என்றாலும் அணுக்களின் மீது எலெக்ட்ரான்களைத் திணிக்கையில் வெளிவரும் ஆற்றல் அளவுகள் (electron affinities) ஒரு சில தனிமங்களுக்கு மட்டுமே அறியப்பட்டுள்ளன. எனினும், இன்றும் அளவறி பகுப்பாய்வு ஈடுபடுத்தப்படாத துறைகளில் பழைய பிணைப்புக் கொள்கை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

எளிய மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்புக்களை நிறுவும் நோக்கத்துடன் சிட்க்விச், பெளவல் ஆகியோர் இணைதிறன் கூடு எலெக்ட்ரான் இரட்டை விலக்கு கொள்கை (VSEPR)



என்ற கொள்கையை உருவாக்கினார். எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை பிணைப்புற்றவை, தனித்திருப்பவை எனப் பிரித்தனர். எலெக்ட்ரான்களுக்கு இடையேயான விலக்கு விசையே ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறின் வடிவமைப்பை தீர்மானிக்கிறது. எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளுக்கு இடையேயான விலக்கு விசைகளுள் கீழ்க்கண்ட இறங்கு வரிசை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

தனி எலெக்ட்ரான் இரட்டை - தனி எலெக்ட்ரான் இரட்டை  
(lone pair-lone pair repulsion) தனி எலெக்ட்ரான்  
(lone pair)

இரட்டை - பிணைப்புற்ற எலெக்ட்ரான் இரட்டை →  
பிணைப்புற்ற எலெக்ட்ரான்

இரட்டை - பிணைப்புற்ற எலெக்ட்ரான் இரட்டை

தனி எலெக்ட்ரான் H  
இரட்டை : N : H பிணைப்புற்ற எலெக்ட்ரான்  
H இரட்டை

இவ்வடிப்படையில் அம்மோனியா, நீர்,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{IF}_5$ ,  $\text{SO}_2$  போன்ற மூலக்கூறுகளிலுள்ள பிணைப்புக் கோணங்களின் எண்மதிப்புகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

குவாண்டம் இயக்கவியலின் அடிப்படையில் அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புக்களும் ஆற்றல் நிலைகளும் நன்கறியப்பட்ட பின்பு பிணைப்புக்களைப் பற்றிய கருத்துக்களும் மறு ஆய்வுக்குள்ளாயின. எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் உட்பிரிவுகளைக் கொண்டனவாகக் கொள்ளப்பட்டன. s, p, d, f என்ற இவ்வுட்பிரிவுகளுக்கும் எலெக்ட்ரான் கொள்ளளவுகளும் வடிவமைப்புகளும் அறியப்பட்டன. எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று மேற்பொருந்துவதால் (overlapping) மட்டுமே சகபிணைப்பு தோன்றும் என்ற கருத்து வேருன்றியது. எவ்வகை எலெக்ட்ரான் உட்பிரிவுகள் இம்மேற்பொருத்துதலில் ஈடுபட்டுள்ளன என்பதனைப் பொருத்து விளைவாகும் பிணைப்பின் வலிவு அமையும். s - s, s - p, p - p, s - d, p - d என பலவகை மேற்பொருந்துதல் நிலைகள் உள்ளன.

பிணைப்புக்களைப் பற்றிய அறிவு இன்றைய மேம்பட்ட நிலைமையை அடைவதற்கு உதவிய தோற்றப்பாடுகளுள்

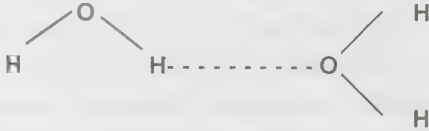
குறிப்பிடத்தக்கது இனக்கலப்பாக்கலாகும் (hybridisation). s, p, d, f ஆகிய எலெக்ட்ரான் உள்மண்டலங்கள் (ஆர்பிட்டால்கள்) இரண்டாகவோ, அதற்கு மேற்பட்டனவாகவோ கலக்கப்பட்டு ஒரே வகையான கலப்பின மண்டலங்கள் உருவாகின்றன. ஒவ்வொரு கலப்பின மண்டலத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பு உரித்தானதாகும். இவ்வடிப்படையில் கார்பன் சேர்மங்களிலுள்ள பிணைப்புகள் செவ்வனே விளக்கப்பட்டன.

பிணைப்புக்களைப் பற்றி ஆழமாக அறியத் துணைபுரிவதற்கு ஒன்றுக்கொன்று முற்றிலும் மாறுபட்ட இரு கொள்கைகள் இரு பெரும் அறிஞர் குழுக்களால் வரையறுக்கப்பட்டன; (1) இணைதிறன் பிணைப்புக் கோட்பாடு (valence bond theory); (2) மூலக்கூறு மண்டலக் கொள்கை (molecular orbital theory). இரு கொள்கைகளுமே சம தகுதியுடையனவாக பல ஆண்டுகளாகக் கருதப்பட்டன. எனினும், இன்று மூ.ம.கொள்கையே மூலக்கூறின் பிணைப்பு நிலையை துல்லியமாக விளக்குகிறது என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டுவிட்டது. இக்கொள்கையின் அடிப்படைக் கருத்து எலெக்ட்ரான் உள்ளடங்கா நிலை (delocalisation) என்பதாகும். ஒரு மூலக்கூறில் இடம் பெறும் எலெக்ட்ரான்கள் யாவும் அம்மூலக்கூறு முழுமைக்கும் பொதுவானது. அணுக்களுக்கு உள்ளதே போல் மூலக்கூறுகளுக்கும் எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் உள்ளன. இக்கொள்கையைப் பயன்படுத்தி பிணைப்புகளுக்கு பட விளக்கங்கள் அளிப்பதும், பிணைப்புக்கான உருவகப்படுத்துவதும் எளிதன்று. கணித அடிப்படையில் அணுகினால் இக்கொள்கை மட்டுமே சில மூலக்கூறுகளின் இயல்புகளை விளக்கவல்லது என்பது தெளிவாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஆக்சிஜனின் காந்த ஈர்ப்புப் பண்பை (paramagnetism) இக்கொள்கை மட்டுமே விளக்கவல்லது. இக்கொள்கை உருவாக்கிய புரட்சிகரமானதொரு கருத்து பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால்கள் (antibonding orbitals) என்பதாகும். மூலக்கூறுகளின் நிறமாலைகளை விளக்குவதற்கு இக்கருத்து சிறந்ததாக விளங்குகிறது. அணைவுச் சேர்மங்களில் இடம் பெறும் பிணைப்புக்களையும் இக்கொள்கையின் கிளைத்தேற்றமான ஈந்தணைவிடப் புலக்கொள்கையே (ligand field theory) விளக்குகிறது. அணைவுச் சேர்மங்களில் எலெக்ட்ரான்கள் மைய உலோக அயனி/அணுவிலிருந்து ஈனிகளுக்கு பின் பாய்வாகச் (back-donation) செல்லக்கூடும் என்றும் அணைவுச் சேர்மங்களிலும் இரட்டைப் பிணைப்புகள் உருவாக வாய்ப்பு உண்டு என்றும் இக்கொள்கை அறுதியிட்டுக் கூறுகிறது.

**பல் பிணைப்புக்கள் (Multiple bonds).** பொதுவாக தனிம வகையீட்டு அட்டவணையில் முதல் வரிசைத் தனிமங்களின் சேர்மங்களிலும், குறிப்பாக கரிமச் சேர்மங்களிலும் பல் பிணைப்புக்கள் இடம் பெறுகின்றன. பிணைப்பு அச்சுக்கு இணையான திசையில் எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் மேல்பொருந்துவதால் சிக்மா ( $\sigma$ ) எனும் பிணைப்பு வகையும் பக்கவாட்டில் மேல்பொருந்துவதால் பை ( $\pi$ ) எனும் பிணைப்பு வகையும் தோன்றுகின்றன. ஒற்றைப் பிணைப்புக்கள் சிக்மா பிணைப்புக்களை மட்டுமே உள்ளடக்கியவை; இரட்டைபிணைப்பு ஒரு சிக்மா பிணைப்புடன் ஒரு பை பிணைப்பு சேர்ந்த நிலையாகும். முப்பிணைப்பு ஒரு சிக்மா பிணைப்பையும் இரு பை பிணைப்புக்களையும் கொண்டது. சிக்மா பிணைப்புக்களைவிட பை பிணைப்புக்கள் வலி குன்றியவை. ஆனால் பல் பிணைப்புக்கள் ஒற்றைப் பிணைப்பை விட வலிமிக்கவை. பிணை நீளமும் பின்வரும் இறங்குவரிசையில் அமைந்துள்ளன.

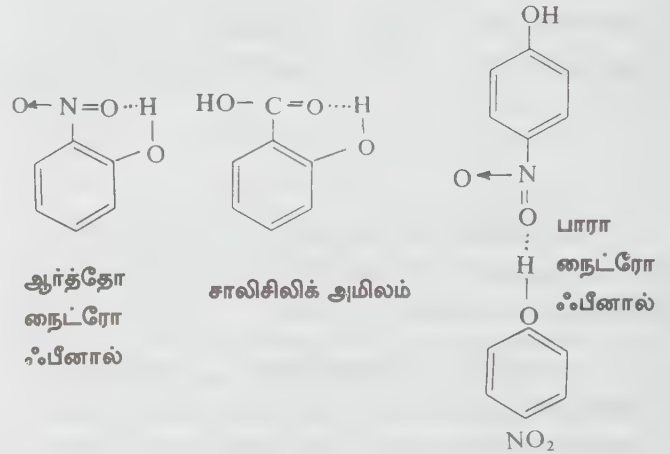
ஒற்றைப் பிணைப்பு இரட்டைப் பிணைப்பு ----> முப்பிணைப்பு

**துணைநிலைப் பிணைப்புக்கள்.** இவற்றுள் ஒன்றான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வலுக்குன்றியதாகும். ஒரு சேர்மத்தில் ஹைட்ரஜன் அணு எலெக்ட்ரான் கவர்தன்மை மிகுந்த மற்றொரு தனிம அணுவின் பிணைந்திருப்பின் இவ்வகைப் பிணைப்பு தோன்றும். குறிப்பாக, ஃபுளூரின், ஆக்சிஜன் ஆகியன மட்டுமே இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கவை. ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள F அல்லது O அணு அண்டை மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவை நிலை மின்னியல் அடிப்படையில் ஈர்க்கிறது. இவ்ஈர்ப்புக்கு வித்திடுவது F, O ஆகிய அணுக்களிலுள்ள பிணைவுறா எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளாகும்.



ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்கள் HF மூலக்கூறுகளுக்கிடையே வளிம நிலையிலும் கூட இடம் பெற்றுள்ளன.  $\text{KHF}_2$  என்ற சிறப்பான ( $\text{KCl}$  என்றொரு மூலக்கூறு உருவாவதில்லை) மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்ட உப்புக்கு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பே காரணமாகும். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பில்லையாயின், அறை வெப்ப நிலையில் நீர் நீர்ம நிலையில் இருக்காது; வளிமமாகவே உலவும். நீரில் உள்ளதை விட புனிக்கட்டியில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்கள் கூடுதலான

எண்ணிக்கையில் இடம் பெறுகின்றன. இதன் விளைவாக இரு நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே நிலையான தொலைவு நிறுவப்படுகிறது. மூலக்கூறு இடைத் தொலைவு கூடுதலாவதால் பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி குறைந்து, நீரில் மிதக்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது. நைலானிலும் DNA, RNA ஆகிய உயிர் வேதிப்பொருள்களிலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு மைய இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. முனைவற்ற சில மூலக்கூறுகள் (குளுக்கோஸ், சுகரோஸ் போன்றவை) முனைவுள்ள நீர்மமான நீரில் கரைவது, கரைப்பானுக்கும் கரைபொருளுக்கும் இடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு தோன்றுவதாலே தான் என்றறியப்பட்டுள்ளது. HF,  $\text{H}_2\text{O}$  ஆகிய சேர்மங்களில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உள்ளன. மற்றொரு வகையில் மூலக்கூறு உட்சார்ந்த (intramolecular) ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்கள் உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, O-நைட்ரோ ஃபீனால், சாலிசிலிக் அமிலம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.



O - நைட்ரோ ஃபீனாலில் மூலக்கூறு உட்சார்ந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பும் P - நைட்ரோ ஃபீனாலில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பும் உள்ளன. இதனால் இவ்விரு சேர்மங்களின் அமிலத்தன்மைகள் வேறுபடுவதுடன் ஆர்த்தோநைட்ரோ ஃபீனால் மட்டுமே நீராவிமில் இட்டுச் செல்லப்படும் (steam volatile) வாய்ப்பு பெறுகிறது. மூலக்கூறு உட்சார்ந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் O-நைட்ரோ ஃபீனாலிலும், சாலிசிலிக் அமிலத்திலும் புதிய அறுகோண வளையமொன்று உருவாகிறது. இப்பிணைப்புக்கு இவ்வளைய உருவாதலை உந்து விசையாகக் கருதலாம்.

வாண்டர் வால்ஸ் பிணைப்பு. துணி நீரில் நனைவதும் எப்பரப்பின் மீதும் தூசு படவதும் இவ்வகைப்



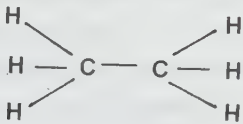
பிணைப்பு உருவாவதால் தான் என்றறிந்தால் இப்பிணைப்பை எவ்வளவு எளிதாக அகற்றலாம் என்பது தெளிவாகும். முனைவுற்ற இரு மூலக்கூறுகளின் எதிரெதிர் மின்னேற்றப் பகுதிகள் ஒன்றையொன்று ஈர்ப்பதால் நிகழ்வதால் இப்பிணைப்பு தோன்றக்கூடும். இம் மூலக்கூறுகள் ஒரே வகையினவாகவோ மாறுபட்ட வகையினவாகவோ இருக்கலாம். அம்மோனியா போன்ற வளிமங்கள் அறை வெப்பநிலையிலேயே அழுத்தத்தினால் நீர்மமாவது முனைவு - முனைவு இடையீடுகளால்தான். ஆர்கான், கிரிப்டான் போன்ற வினைத்திறனற்ற ஓரணு மூலக்கூறுச் சேர்மங்கள் நீர்ம நிலையை அடைவதற்கும் வாண்டர் வால்ஸ் பிணைப்பே தூண்டுகோலாகிறது. சமச்சீர்மை கொண்ட எலக்ட்ரான் அமைப்புக்கள் உயர் அழுத்தத்தில் சற்றே உருக்குலைந்து, முனைவுற்றனவாக (அணுக்கருவின் மையமும், எலக்ட்ரான் மண்டல மையமும் விலகியனவாக) மாறி, இதனால் தூண்டப்பட்ட இரு முனையிகள் (induced dipoles) ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. இதன் இறுதி விளைவு நீர்மநிலையாகும்.

பிணைப்பாற்றல். பிணைப்புக்குத் தொடர்புள்ள துணையலகுகள் யாவற்றிலும் முதன்மையானது பிணைப்பாற்றலாகும். ஒரு மோல் அளவுள்ள (அவோகாட்ரோ எண்) பிணைப்புக்களை முறிப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலே குறிப்பிட்ட வகை பிணைப்பின் பிணைப்பாற்றலாகும். எடுத்துக்காட்டாக மெத்தேனில் நான்கு C-H பிணைப்புக்கள் உள்ளன. எனவே, ஒரு மோல் மெத்தேனை கார்பன் அணுக்களாகவும், ஹைட்ரஜன் அணுக்களாகவும் பிரிப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலில் நான்கில் ஒரு பங்கே C-H பிணைப்பின் பிணைப்பாற்றலாகும்.



(வ = வளிமம்)

பல்வேறு வகைப்பட்ட பிணைப்புக்களுக்கு ஆற்றல் மதிப்புக்கள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. பிணைப்பாற்றல் ஒரு கூட்டுப் பண்பாகும். அதாவது,



எனும் மூலக்கூறின் பிணைப்பாற்றல், அம்மூலக்கூறில் இடம்பெறும் C - C பிணைப்பின் ஆற்றல், ஆறு C - H பிணைப்புக்கள் ஆகியவற்றின் ஆற்றல்களின் கூட்டுத் தொகையாகும். எனினும் ஒரு குறிப்பிட்ட பிணைப்பின் பிணைப்பாற்றல் அதன் சூழ்நிலையை, அதாவது அது எவ்வகைப் பிணைப்புகளுடன் இணைந்துள்ளது என்பதனைப் பொருத்ததாகவும் இருக்கும். எனவே, அதனை ஓர் அமைப்புப் பண்பாகவும் கருதலாம்.

பிணைப்பாற்றல் கணக்கீடுகளில் அருவமான (abstract) தோற்றப்பாடு ஒன்று உள்ளது. இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கைக்கு உறுதுணையாக நிற்கும் இதனை உடனீசைவு (resonance) என்பர். பென்சீன் மூலக்கூறில் மூன்று C - C பிணைப்புக்களும், மூன்று C = C இரட்டைப் பிணைப்புக்களும் ஆறு C - H பிணைப்புக்களும் உள்ளன. இவ்விணைப்புக்கள் இடம் பெறும் பிற மூலக்கூறுகளிலிருந்து இவற்றின் பிணைப்பாற்றல்களைக் கணக்கிடலாம். இப் பிணைப்பாற்றல்களின் கூட்டுத்தொகை



எனும் சிதைவு வினைக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலுக்குச் சமமானதாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் இவ்விரு ஆற்றல் தொகைகளுக்குமிடையே வேறுபாடு உள்ளது. உடனீசைவு ஆற்றல் எனும் இவ்வேறுபாடு ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகளை (conjugated double bonds) உள்ளடக்கிய மூலக்கூறுக்குக் கிட்டும் கூடுதலான நிலைத் தன்மையைக் குறிக்கிறது. பென்சீன் மூலக்கூறின் மூன்று இரட்டைப் பிணைப்புக்களும் ஒரிடத்தில் நிலைபெற்றிராமல் இரு அண்டை இருக்கைகளுக்கு இடையே ஊசலாடுவதாகக் கருதப்படுகிறது. இத்தற்கோளை சற்றே விரிவாக்கினால் மூன்று பை பிணைப்புக்களின் ஆறு எலக்ட்ரான்களும் மூலக்கூறு முழுவதிலும் பென்சீன் வளையத்தின் மேல்புறமும் கீழ்ப்புறமும் மேகமூட்டம் போல் பரவி நிற்கின்றன என்ற கருத்து வலுப்பெறும். உடனீசைவு அமைப்புக்களுள் எந்தவொரு அமைப்பும் மூலக்கூறின் வடிவமைப்பைக் குறிப்பிடுவதாகாது. இவ்வமைப்புக்களின் கலப்பினமே மூலக்கூறின் உண்மையான குறியீடாகும்.

பென்சீன் மட்டுமின்றி பல கரிம மூலக்கூறுகள் மற்றும் சகப்பிணைப்புக் கனிமச் சேர்ம மூலக்கூறுகளிலும் உடனீசைவு இயங்குவது தெரிய வந்துள்ளது. உடனீசைவு தோற்றுவதற்கும் சில கட்டுப்பாடுகள் உள்ளன. மூலக்கூறு அமைப்பு சமதளமாக (planar) இருத்தல் கட்டாயத் தேவையாகும். உடனீசைவு

அமைப்புக்களில் அணுக்களின் இருக்கைகள் நிலை மாறாததாக இருக்க வேண்டும். பென்சீனில் உள்ளீதே போல் உடனிகைவு அமைப்புகள் வேறுபாடுகளைக் கண்டறிய இயலாத அளவுக்கு ஒரே மாதிரி இருப்பின் அம்மூலக்கூறுக்கு உடனிகைவு வழி நிலைத்தன்மை கூடுதலாகும். கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைப் போன்ற சில சேர்மங்களின் தன்மைகளை உடனிகைவுடைப் பிணைப்புக் கொள்கை வாயிலாக மட்டுமே விளக்க இயலும்.

பிணை நீளங்களும் பிணைக் கோணங்களும். ஒரு பிணைப்பின் நீளம் பிணைப்பின் தன்மையைப் பொறுத்தது. அயனிப் பிணைப்பில் மாறுபட்ட மின்னேற்ற குறியீடு கொண்ட இரு அயனிகளுக்கிடையேயான ஈர்ப்பு விசை நிலை மின்னியியலில் நிறுவப்பட்டுள்ள கூலும் விதியைச் சார்ந்து அமையும். அயனி முனைப்பினால் (ion polarisation) அயனிப் பிணைப்பின் நீளம் குறையக் கூடுமாயினும் ஒரு குறிப்பிட்ட குறியீடு கொண்ட அயனியைச் சுற்றி நெருங்கிப் பொதிந்த (close packed) எதிர் குறியீடு கொண்ட அயனிகள் அமைதல் வேண்டும் என்ற ஒரு தேவை மட்டுமே வலியுறுத்தப்படுகிறது.

ஒரு சக பிணைப்பின் நீளம் பிணைக்கப்பட்டுள்ள அணுக்களின் ஆரங்களில் கூட்டுத்தொகையாகக் கொள்ளப்பட்டு வந்தது. ஆனால், ஒரே தனிமத்தின் அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்புக்களுக்கு மட்டுமே இவ்வழிமுறை பொருந்தும். வேறுபட்ட தனிம அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மைகளும் வேறுபடுவதால் பிணை நீளக் கணக்கீடு சற்றே சிக்கலாகிறது. மூலக்கூறில் பிணைவுற்ற அணுக்களின் அமைப்பு நிலைத்தன்மை எய்துவதைக் குறிப்பதே பிணை நீளமாகும். பொதுவாகப், பிணைப்பில் பங்கேற்கும் தனிமங்களின் அணு எண் மதிப்புக்கள் உயர உயர பிணை நீளமும் உயரும்.

எம் மூலக்கூறில் இடம் பெற்றிருப்பினும் ஒரு குறிப்பிட்ட பிணைப்பின் நீளம் ஒரே எண் மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும் என்றொரு கருத்து நிலவி வந்தது. இதற்குச் சான்றாக நீர்,  $H_2O_2$ ,  $CH_3OH$ , ஃபார்மிக் அமிலம், தனித்தியங்கு  $O - H$  உறுப்பு ஆகியவற்றாலும்  $O - H$  பிணைப்பின் நீளம் 0.096 nm (நானோமீட்டர்) ஆகும். இக்கூற்று சரியல்ல என்பதை மெய்ப்பிக்கும்படி  $H_2O_2$ ,  $KO_2$ ,  $O_2$ ,  $O_2^+$  ஆகிய அமைப்புக்களில்  $O - O$  பிணைப்பின் நீளம் முறையே 0.148, 0.128, 0.121, 0.112 nm ஆக இருத்தல் தெரிய வந்துள்ளது. இரு அணுக்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வழிகளில் இணையலாம் என்பது இப்பிணைப்பு நீளவேறுபாடுகளிலிருந்து தெரிய வருகிறது. தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பத்தியில் மேலிருந்து கீழே செல்கையில் தனிமங்களின் பிணைப்புக்

கோணங்கள் (ஒப்பிடவல்ல சேர்மங்கள்) குறைந்து கொண்டே வருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக,  $[H-X-H]$  பிணைப்புக் கோணங்கள்  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$  ஆகிய மூலக்கூறுகளில் முறையே  $104.5^\circ$ ,  $92.2^\circ$ ,  $91.0^\circ$ ,  $89.5^\circ$  ஆகும்.

ஒற்றைப் பிணைப்பின் நீளத்தை விட அதே அணுக்களுக்கிடையேயான இரட்டைப் பிணைப்பின் நீளம் குறைவாகும்; முப்பிணைப்பு அதையொத்த இரட்டைப் பிணைப்பை விடக் குட்டையாகும். எடுத்துக்காட்டாக  $C - C$ ,  $C = C$ ,  $C \equiv C$  ஆகியன முறையே 0.154, 0.134, 0.12 nm ஆகும். ஒற்றைப் பிணைப்பில் சிக்மா (பிணைப்பு அச்சுக்கு இணையான திசை) பிணைப்பு மட்டுமே உள்ளது. இரட்டைப் பிணைப்பிலும் சிக்மா பிணைப்புடன் ஒரு பை பிணைப்பிலும் (பக்கவாட்டு ஆர்ப்பிட்டால்கள் மேல்பொருந்துதல்) முப்பிணைப்பில் சிக்மா பிணைப்புடன் இரு பை பிணைப்புக்களும் அமைந்திருப்பதால் பிணை நீளம் குறைகிறது.  $H$  பிணைப்பின் நீளம் ஃபார்மிக் அமில மூலக்கூறில் 0.163 nm ஆகும். வாண்டல் வால்ஸ் வகைப்பிணைப்பு சுமார் 0.5 nm ஆகும்.

ஒரு மூலக்கூறில் ஈர் அண்டைப் பிணைப்புக்களுக்கு இடைப்பட்ட கோணம் பிணைப்புக் கோணமாகும். மூவணு மூலக்கூறுகளில் மூன்று அணுக்களும் அதிர்வுறும் கோணங்களின் சராசரியே பிணைப்புக் கோணமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. நீர்,  $OF_2$ ,  $Cl_2O$ ,  $CH_3 - O - CH_3$ ,  $CH_3 - OH$  ஆகிய மூலக்கூறுகளில்  $[X - O - Y]$  கோணங்கள்  $104^\circ$ ,  $111^\circ$ க்குள் நிலைத்துள்ளன. பல்வேறு நிறைவுற்ற கரிமச் சேர்மங்களிலும்  $[H - C - H]$  கோணங்கள் நான்முகி வடிவக் கோணமான  $109^\circ.28'$  என்ற மதிப்புக்கு நெருங்கியே உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட தனிம அணுவினால் தாங்கப்படும் பிணைப்புக் கோணம் அவ்வணு இடம் பெறும் மூலக்கூறுகள் யாவற்றிலும் ஒரே எண் மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும்.

பிணைப்பு வலிவு, தரம் (Bond strength & bond order). பிணைப்பு வலு பிணைப்பாற்றலிலிருந்து அறியப்படுகிறதென்றாலும், பிணைப்பு வலுவுக்கான காரணம் அப்பிணைப்பை உருவாக்குவதற்காக ஒன்றோடொன்று மேல்பொருந்தும் ஆர்ப்பிட்டால்களின் வடிவமைப்பாகும். 's' ஆர்ப்பிடால் கோளத்தின் சமச்சீர்மையைக் கொண்டது. எனவே, அது 's' ஆர்பிடால் உள்ளிட்ட எந்த பிற ஆர்ப்பிட்டாலுடனும் நன்கு மேல்பொருந்தவல்லது. இதன் விளைவாக s - s, s - p, s - d ஆகிய ஆர்ப்பிட்டால் மேல்பொருந்தங்களினால் உருவாகும் பிணைப்புக்கள் வலுவானவை. p - p மேல் பொருந்தினால் பை பிணைப்பு என்ற வலுக்குறைந்த



பிணைப்பும் தோன்றுகின்றன. மூ.ம.கொள்கையின்படி பிணை ஆர்பிட்டால்கள் பிணை நீளத்தைக் குறைத்து, பிணை வலிவைக் கூட்டுகின்றன. பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால்கள் பிணை நீளத்தைக்கூட்டி பிணைவலிவைக் குறைக்கின்றன. பிணை வலிவை விளக்கும் நோக்கத்துடன் பிணை தரம் என்ற கருத்து உருவாக்கப்பட்டது. பொதுவாக, பிணைப்பில் பங்கிடப்பட்டுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையில் பாதியே பிணை தரமாகும். இவ்வரையறையின்படி ஒற்றைப் பிணைப்பின் பிணைதரம் 1; இரட்டைப் பிணைப்புக்கு 2; மூப்பிணைப்புக்கு 3 ஆகும். பென்சீனில் ஒற்றைப் பிணைப்புக்களும் இரட்டைப்பிணைப்புக்களும் மாறிமாறி இடம்பெறுவதால் இம்மூலக்கூறில் C - C பிணைப்பின் தரம்  $1 \frac{1}{2}$  ஆகும். மூ.ம.கொள்கையின்படி பிணை தரம் என்பது பிணை ஆர்பிட்டால்களின் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கைக்கும் பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால்களின் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டில் பாதியாகும். பிணை தரம் உயர்வாக அமையப்பெற்ற மூலக்கூறு நிலைத்தன்மை மிக்கதாகும்.

பொருள்	பிணைதரம் (Bond order)	பிணை நீளம் (nm)
வைரம்	1.0	0.154
கிராஃபைட்	1.33	0.142
பென்சீன்	1.5	0.139
எத்திலீன்	2.0	0.135
அசெட்டிலீன்	3.0	0.12

நைட்ரஜன் மூலக்கூறின் பிணைதரம் மூன்றாகும். இதனால்தான், இம்மூலக்கூறு எளிதில் வினைபுரிவதில்லை. ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் பிணை தரம் குறைந்திருப்பதோடல்லாமல் பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால்களில் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. எனவேதான், ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு வினைத்திறன் கொண்டுள்ளது.  $\text{NO}^+$  எனும் அயனி  $\text{N}_2$  மூலக்கூறைப் போன்றே பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால்களில் எலெக்ட்ரான்கள் ஏதுமின்றியும் பிணை தரம் மூன்று கொண்டதாயும் உள்ளது. இக்காரணத்தினால் நைட்ரோசைல் சேர்மங்கள் நிலைப்புத்தன்மை கூடுதலாக உடையனவாக விளங்குகின்றன.  $\text{N} \equiv \text{N}$  பிணைப்பு  $\text{O} = \text{O}$  பிணைப்பை விட மிகவும் வலுவானது (பிணைப்பாற்றல்கள் முறையே 170, 117 கி. கலோரி/மோல்). ஆனால்  $\text{N}_2^+$  அயனியில் N - N பிணைப்பு  $\text{O}_2^+$  அயனியில் O - O பிணைப்பை விட அ.க.15-25

வலுக்குறைந்தது (பிணைப்பாற்றல்கள் முறையே 146, 149 கி.கலோரி/மோல்). பிணைஎதிர் ஆர்பிட்டாலில் சேர்க்கப்படும் எலெக்ட்ரான் பிணை ஆர்பிட்டாலில் புகுத்தப்படும் எலெக்ட்ரானைவிட உயர்தாக்கத்தை அளிக்கவல்லது என்பது புலனாகிறது.

பிணைப்புத் துணையலகுகளைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகள். பிணைப்பாற்றல்கள் மூலக்கூறுகளின் உருவாதல் வெப்பங்கள், எரிதல், வேப்பங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து கணக்கிடப்படுகின்றன. எனவே வெப்ப அளவியல் (calorimetry) ஆய்வுகள் இவ்வகையில் உதவுகின்றன. அடிப்படை நோக்கில் ஆராய்ந்தால் பிணைப்பு என்பதே அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வே என்பது புலப்படும். மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு மற்றும் சுழற்சிகளை குவாண்டங்களாகப் பிரித்து ஆற்றல் மட்டங்களை உருவகப்படுத்தலாம். அகச்சிவப்புச் (infra red) கதிர்களை பிணைப்பின் மீது செலுத்தினால் அதிர்வு நிலைகளும் சுழற்சி நிலைகளும் வரையறுக்கப்பட்ட மட்டங்களுக்குத் தாவுகின்றன. தொடர்நிலை, இறுதிநிலை ஆகியவற்றுக்கு இடைப்பட்ட ஆற்றல் ஒளியாக உறிஞ்சப்பட்டு நிறமாலை நிரல் கிட்டும். இந்நிறமாலையின் அலை எண்ணிலிருந்து பிணைப்பு நீளத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். எலெக்ட்ரான் நிறமாலையிலிருந்தும் (புற ஊதாக்கதிர்களை மூலக்கூறின்மீது மோத வைத்து பெறப்படும் நிறமாலை) ராமன் நிறமாலையிலிருந்தும் மூலக்கூறின் பிணைப்புச் சிதைவு ஆற்றலைக் (bond dissociation energy) கணக்கிடலாம்; பிணைப்பின் வகையையும் துல்லியமாக அறியலாம்.

பிணை நீளங்கள்  $\lambda$  - கதிர் விளிம்பு வளைவு அளவுகளிலிருந்து கணிக்கப்படுகின்றன. பிணை நீளங்கள், பிணைப்புக் கோணங்கள் ஆகியவற்றை அறுதியிடுவதற்கு எலெக்ட்ரான் விளிம்பு வளைவு ஆய்வுகள் (electron diffraction techniques) ஏற்றவை.

உலோகப் பிணைப்புகள். வேதியியலில் ஆய்வு செய்யப்படாத, உலோகப் பொறியியலிலும் பொருள்தன்மை அறிவியலிலும் (materials science) முதன்மை பெற்றுள்ள பிணைப்பு வகையாகும் இது. உலோக அணுக்கள் தமக்குள் அயனிப் பிணைப்போ, சகபிணைப்போ, ஈதல்பிணைப்போ ஏற்படுத்திக்கொள்ள முடியாததாயால் மூ.ம.கொள்கையின் படி ஓர் உலோகப்படிசுத்திலுள்ள அனைத்து அணுக்களிலிருந்தும் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் அகற்றப்பட்டு அப்படிசுத்திற்கே பொதுவாக உருவகப்படுத்தப்பட்ட மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் நிலைகொள்வதாகக் கருதப்படுகிறது. இம்மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் ஆற்றல்

மட்டங்கள் எண்ணிறந்தவையாகவும் மிகவும் நெருங்கியமைத் தவையாகவும் இருப்பதால் பட்டையாக (band) காட்சியளிக் கின்றன. அணுவின் பிணைந்த நிலையிலுள்ள எலெக்ட்ரான் கள் இணைதிறன் பட்டைகளில் (valence bands) இருப்பதாகவும், மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் கூடுதலான கொள்ளளவில் நிலவும் எலெக்ட்ரான்கள் கடத்து பட்டைகளில் (conduction bands) இருப்பதாகவும் அறியப்பட்டுள்ளது. உலோகப் பிணைப்புக்கான இக்கருத்துப்படிமம் உலோகங்களில் சிறிப்பியல்புகளான மின்கடத்துத்திறன், வெப்பம் கடத்துத் திறன், தகடாக்கப்படும் இயல்பு, கம்பியாக நீட்டப்படும் தன்மை, எளிதில் உலோகக்கலவையாகும் தன்மை என பலவற்றையும் விளக்குகின்றன.

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணை நூல்கள். Bruce H. Mahan, *University Chemistry*, Third Edition, Narosa Publishing House, New Delhi, 1979; Robert A. Alberty, *Physical Chemistry*, Sixth Edition, Wiley Eastern. Ltd, New Delhi, 1983; Linus Pauling, *The nature of Chemical Bond*; Third Edition, Oxford and IBH, Pub.Co., New Delhi, 1960; Paul Ander, et.al., *Principles of Chemistry*, Macmillan, New York, 1965.

## பிணையல் திரிபளவி

கருவிகளைக் கொண்டு நகர்வு அல்லது இடமாற்றத்தை நேரிடையாக அளந்து பின்னர் உரிய சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி திரிபும், தகைவும் வரையறுக்கப்படும். திரிபை அளந்திடப் பெரும்பாலும் மின்தடைத் திரிபளவி பயன் படுகிறது. பிணையல் திரிபளவி என்பது இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட மின்தடைத் திரிபளவிகளைக் குறிப்பிட்ட திசைகளில் அமைத்துப் பிணைத்துப் பயன்படுத்தப் படுவதாகும். இவ்வகையான மின்தடைப் பிணையல் திரிபளவிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் அந்தப் பொருளோ அந்தப் பரப்பளவோ தாக்கப்படும்போது ஏற்படும் தகைவைக் கணித்திடத் துணைபுரியும்.

பொதுவாக ஒரு பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் ஏற்படும் தகைவு புலத்தையோ திரிபு புலத்தையோ முற்றிலும் சரியாக விளக்கிட மூலகையான முதன்மைத் திரிபுகளை அளந்திட வேண்டும். இத்திரிபளவுகளைத் தகைவளவுகளாக

மாற்றிட அந்தப் பொருளின் மீட்சி எல்லைத் திறன் எண், மாறிலி E &  $\mu$  ஆகியவையும் தெரிந்திருக்க வேண்டும். E - 1மீட்சியியல் யங்குணகம் (Young's Modulus of Elasticity).  $\mu$  - பாங்சான் விகிதம் (poisson's ratio).

தடையுடைய ஒரு மெல்லிய கம்பி வெளி விசையால் திரிபுறுத்தப்படும் போது அதன் மொத்தத் தடை, அதில் ஏற்படும் மொத்தத் திரிபுக்கேற்ப மாறுபடுகிறது. நீட்சித் திரிபு, தடையை உயர்த்தவும், அமுக்கத்திரிபு தடையைக் குறைக்கவும் செய்யும். இணைக்கப்பட்டுள்ள கம்பிச்சுற்று, ஏற்படும் மின்தடை மாற்றத்திற்கு ஏற்ற விகிதத்தில் மின்னழுத்தத்தை உருவாக்குகிறது.

ஒரு மின்கம்பியில் ஏற்படும் திரிபும் மின்தடை மாற்றமும் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் நேர்படுத்தப்படும்.

மின்தடை மாற்றம்/ முதல் மின்தடை

$$\text{அளவி எண்}(f) = \frac{\text{திரிபு அலகு}}{\Delta R/R} = \frac{1}{E}$$

இத்தகைய மின்தடையுடைய திரிபு அளவிகளைப் பிணைத்துப் பிணையல் திரிபளவி உருவாக்கப்படுகிறது. முதன்மைத் திரிபுகளை அளவிடக் கீழ்க்காணும் அளவுகள் தெரிய வேண்டும்.

$E_1, \dots$  கிடை அச்சில் (X) ஏற்படும் திரிபு

$E_2, \dots$  நெடு அச்சில் (Y) ஏற்படும் திரிபு

கிடையச்சில் ஏற்படும் திரிபு அமைந்துள்ள திசை  $\phi = E_1$  திரிபுக்கும் X அச்சுக்குமுரிய முதன்மைக் கோணம். சில சமயங்களில், சிறப்பு நிலைகளில் ஒரே ஒரு திரிபளவியைக் கொண்டே ஒரு பரப்பிலுள்ள தகைவு நிலையைக் கணிக்கலாம்.

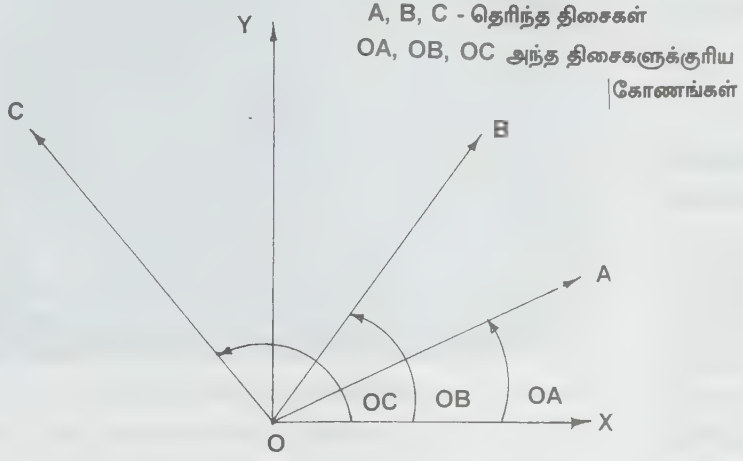
சான்றாக  $\sigma_{yy} = \sum xy = 0$ ;  $\sigma_{xx}$  தகைவின் தசை தெரிகிறது. எனவே அப்போது  $\sigma_{xx} = E \cdot E_{xx} = EE_1$  முற்றிலும் ஒரு தன்மையான தகைவு நிலையைக் கருதும்போது

$$\sigma_{xx} - \sigma_{yy} = \sigma_1 = \sigma_2 \text{ மற்றும் } \tau_{xy} = 0$$

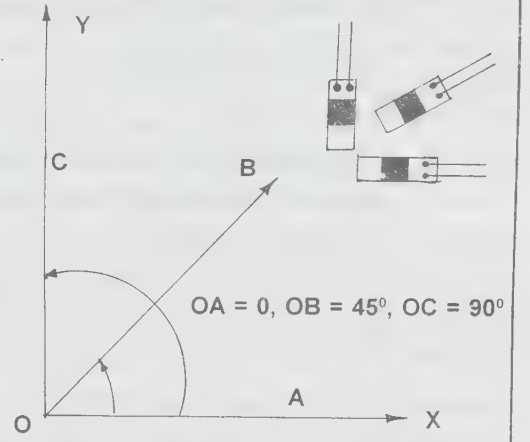
இத்தகைய பொருளின் பரப்பளவில் திரிபளவியை எந்தத் திசையிலும் இருக்குமாறு அமைத்துப் பின்னர் தகைவின் அளவைக் கணக்கிட்டு அறிய முடியும்.

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_1 = \sigma_2 = (E/1-\mu) E\theta$$

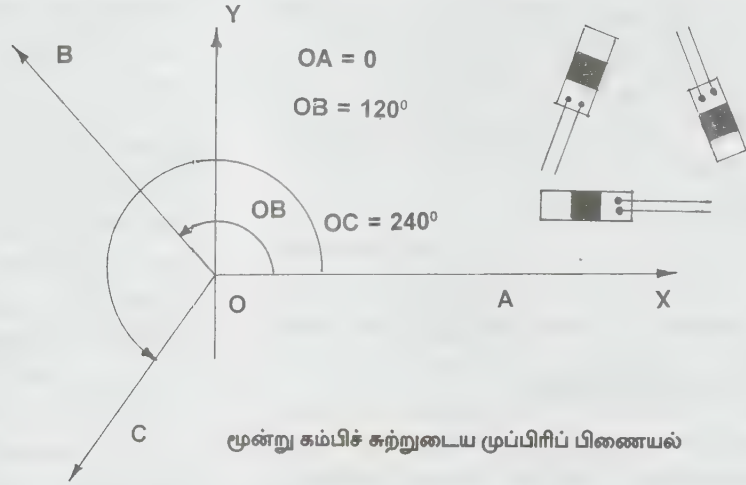




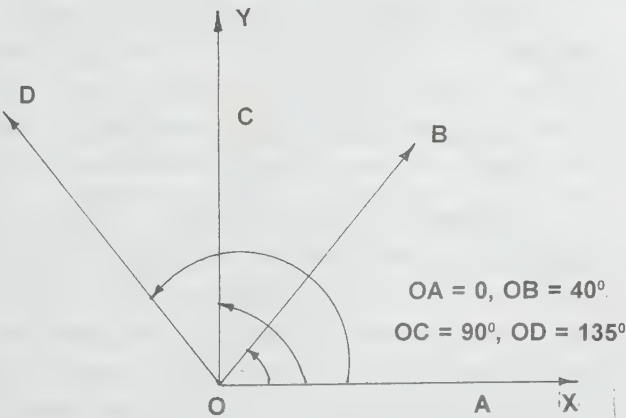
மூன்று திரிபளவியுடைய மின்தடைப் பிணையல்



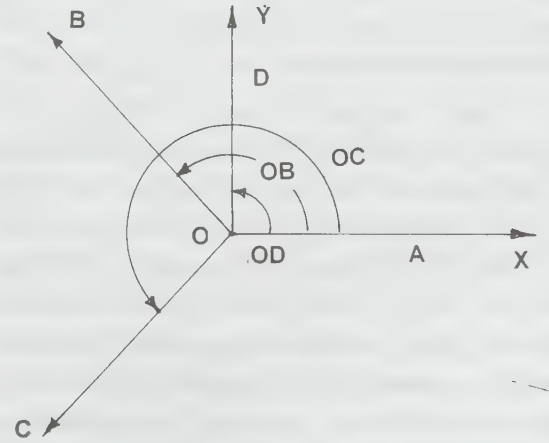
மூன்று கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல்



மூன்று கம்பிச் சுற்றுடைய முப்பிரிப் பிணையல்



நான்கு கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல்



நான்கு முப்பிரியுடைய T - முப்பிரிப் பிணையல்

௨) ஒரு படித்தான தகைவுப் புலத்தில் எத்திசையிலும்

$\sigma_{xx} = \sigma_1 = x$  அளிக்கப்பட்ட திரிபு அச்சில் முதன்மைத் தகைவு

$\sigma_{yy} = \sigma_2 = y$  அச்சில் முதன்மைத் தகைவு

$\tau_{xy}$  கத்தரிப்புத் தகைவு

பிணையல் திரிபளவி இரு மின் கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல், மூன்று மின் கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல், மூன்று மின்கம்பிச் சுற்றுடைய முப்பிரிப் பிணையல், நான்கு மின்கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல், நான்கு மின்கம்பிச் சுற்றுடைய T மற்றும் முப்பிரி வடிவப் பிணையல் எனப் பல வகைப்படும்.

நான்கு மின் கம்பிச் சுற்றுடைய செவ்வகப் பிணையல் திரிபளவி, முப்பிரிப் பிணையல் திரிபளவிகளில் கணித்த மூலவகைத் திரிபுகளையும் மிகத் துல்லியமாகச் சரிபார்க்க முடியும். நான்கு கம்பிச் சுற்றுடைய முப்பிரி வடிவப் பிணையலில் மேலும் ஒரு திரிபளவியைப் பயன்படுத்தித் தனிப்பட்ட மூன்று திரிபளவுகளைச் சரிபார்க்கலாம். இவற்றின் ஒவ்வொரு அமைப்புப் பிணையலுக்கும் உரிய சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, முதலில் திரிபுகளையும் பின்னர் முதன்மைத் திரிபுகளையும் முதன்மைத் தகைவுகளையும் கணித்திடலாம்.

அ. வீரப்பன்

## பித்த நாள ஈரல் கடினம்

சிறிய கோள இடைப் பித்த நாளங்களுக்கும், வாடர் அரும்புகளுக்கும் (papilla of vater) இடையே நாளப்பட்ட அடைப்பு ஏற்படுவதால் உண்டாகும் நோயைப் பித்த நாள ஈரல் கடினம் (primary biliary cirrhosis) என்பர்.

நடுத்தர வயதுப் பெண்களையே இந்நோய் பெரும்பாலும் பாதிக்கிறது. இங்கிலாந்தில் முன்பு அரிதாக இருந்த இந்நோய், அண்மைக் காலமாக அதிகரித்து வருகிறது. நாளப்பட்ட குறுமணித்துகள் நைவு ஒன்று, நுண்கோள இடைப்பித்த நாளங்களைப் பாதித்தக் கல்லீரலில் சுருக்க நிலை அல்லது கடின நிலையைத் தோற்றுவிக்கிறது. தடுப்பாற்றல் கூட்டுகள் குருதியில் காணப்பட்டாலும் கடின நிலை உண்டாக்குவதில் இதன் பங்கு புலனாகவில்லை. தொடக்கத்தில் உடல் அரிப்பும், பிறகு காமாலையும், ஊசி குத்துவது போன்ற உணர்வும்



பித்தநாள ஈரல் கடினம்  
(Primary Biliary Cirrhosis)

வலியும் தோன்றுகின்றன. எலும்பு மென் நோயால் எலும்பு முறிவுகளும், எலும்பு நுண் துளை நோய்களும் உண்டாகின்றன.

தொடக்கத்தில் நோயாளிகள் நல்ல உடல் நிலையில் இருக்கின்றனர். நாளடைவில் எடை இழப்பும், உடலில் சொரிந்தமைக்கான அறிகுறிகளும், காமாலையும், கண்களைச் சுற்றி மஞ்சள் திட்டுகளும் (Xanthoma) தோன்றுகின்றன. மஞ்சள் திட்டுகள் உள்ளங்கை ரேகைகளிலும், முழங்கைகளிலும், முழங்கால்களிலும், குண்டியிலும் தோன்றுகின்றன. கல்லீரல் வீக்கமும், குருதி மிகு அழுத்தம் தோன்றியதும் மண்ணீரல் வீக்கமும் ஏற்படுகின்றன. இந்நோய் 10 - 15 ஆண்டுகள் நீடித்துக் கல்லீரல் தளர்விலோ செரிமான மண்டலக் குருதிப் பெருக்கிலோ முடிகிறது.

நோய் அறுதியிடல். நோயின்போது குருதியில் அல்கலைன் பாஸ்பேசின் அளவு 250 அலகுக்கு மேல் உள்ளது. கல்லீரல் நோய்க் கூறாய்வும் கேளா ஒலி வரைபடமும் நோய் அறுதியிடலில் உதவுகின்றன. புற ஒலி வரைபடத்தில், விரிவடைந்த பித்த நாளங்கள் காணப்படா.

மருத்துவம். இதற்கெனச் சிறப்பு மருத்துவம் எதுவும் இல்லை. அசோதையோபிரின் மருந்தோ, கார்டிகோ ஸ்டிராய்டுகளோ பயன் அளிப்பதில்லை. பெனிசிலமைன் ஓரளவு பயன் தருகிறது. எனினும் தீய பக்க விளைவுகள் உண்டாவதால், பெனிசிலினமைனைக் கையாளாமல் இருப்பது நல்லது. உடல் அரிப்புக்குக் கோலிஸ்டிரமைனை



4 - 16 கிராம் அளவில் நாள்தோறும் தரலாம். குருதி வாந்தி ஏற்பட்டால் அறுவை மருத்துவத்தைக் கையாளலாம்.

(மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். S.Sherlock, *Diseases of the Liver and Biliary System*, Sixth Edition, Oxford and Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1981.

## பித்தநாளப் பிறவி ஊனம்

பித்த நீர், கல்லீரல் செல்களில் உருவாகி, பித்த வடிகால்களில் வந்து தேங்குகிறது. பிறகு பித்தநாளக் கிளைகளின் மூலம் வல, இடக் கல்லீரல் நாளங்களை வந்தடைகிறது. வல, இடக் கல்லீரல் நாளங்கள் கல்லீரலின் அடிப்பகுதியில் ஒருங்கிணைந்து பொதுக் கல்லீரல் நாளமாக உருவாகி, வயிற்று உறையின் இரண்டு தட்டுகளுக்கும் இடையே சிறிய கட்டற்ற விளிம்பினூடே 'கீழ்நோக்கிச் செல்லும். சற்றுத் தொலைவில் பித்தப்பையிலிருந்து வரும் பித்தப்பை நாளமும் பொதுக் கல்லீரல் நாளமும் இணைந்து பொதுப் பித்த நாளமாகும். பித்தப்பை நாளம் 2.5 - 4 செ.மீ. நீளம் உள்ளது. பொதுப்பித்த நாளத்தின் மைய மூன்றிலொரு பங்கு முன்சிறு குடல் முதற்பகுதிக்குப் பின்னாலும் இறுதி மூன்றிலொரு பங்கு கணையத்திற்குப் பின்னாலும் உள்ளன. பொதுப் பித்த நாளம் கணைய நாளத்துடன் இணைந்து சற்று விரிவடைந்து முன் சிறுகுடலில் கலக்கிறது. இது வேட்டர் நாளவாய் எனப்படும்.

குழந்தை பிறக்கும்போதே, பித்த நாள அமைப்பில் மாற்றங்கள் இருப்பின் அவற்றைப் பித்தநாளப் பிறவி ஊனங்கள் என்று கூறலாம். கல்லீரல், பித்தப்பை, பித்தக்கூறு இவை யாவும், கரு வளர்ச்சியின் போது முன்குடல் இடைக்குடல் சந்திப்பிலிருந்து வளரும் கல்லீரல் முன்னோடி என்னும் அமைப்பிலிருந்து படிப்படியாக வளர்ச்சியடைகின்றன.

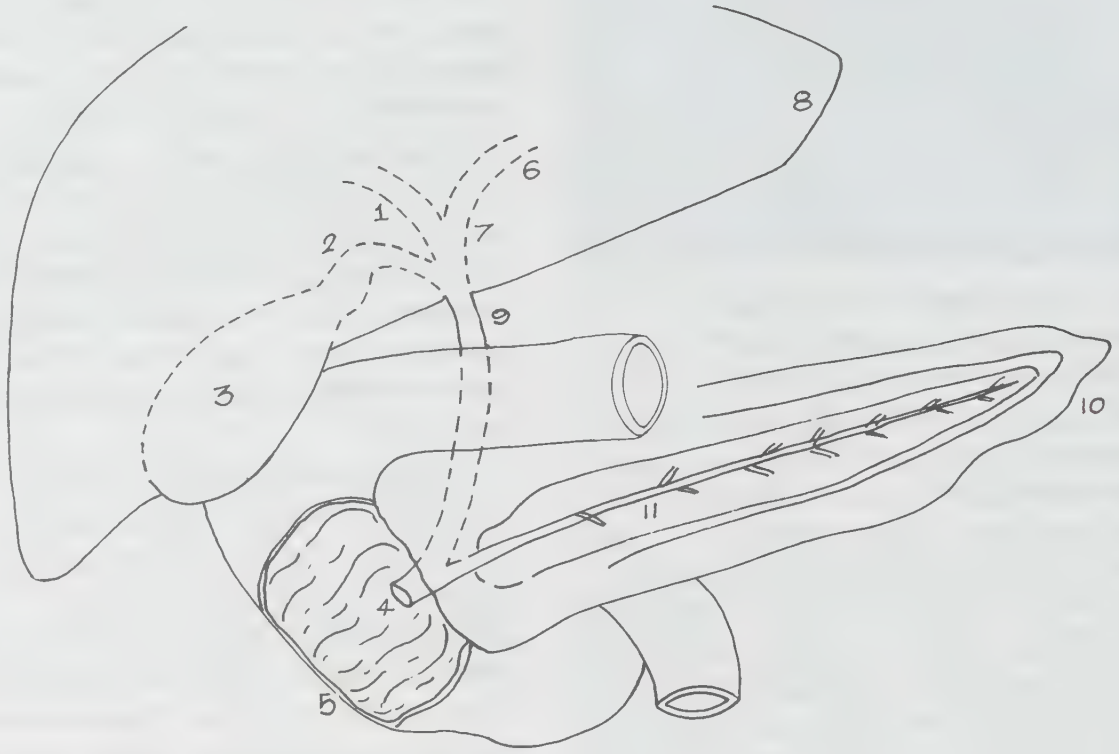
பித்த நாள மாற்று அமைப்புகள். பித்தப்பை நாளமற்ற நிலையில் பித்தப்பை, நேரடியாகப் பொதுப் பித்த நாளத்துடன் இணைகிறது. இந்நிலை, பித்தப்பை நாளம் உருப்பெறாமையால் ஏற்படுகிறது. பித்தப்பை நீக்க அறுவையின் போது இந்நிலையை கருத்தில் கொள்ள வில்லையெனில் பொதுப்பித்த நாளம் பேரழிவிற்குள்ளாக நேரிடலாம். பித்தப்பையில் பித்தக்கல் இருப்பின் அது பொதுப் பித்த நாளத்தை எளிதாக அடைய வாய்ப்புகள் மிகுதி. பித்த நாளம் (cystic duct) மிகவும் நீண்டு, முன் சிறுகுடலின் அருகே

பித்தநாளப் பிறவி ஊனம் 389  
பொது பித்தநாளத்துடன் இணையலாம். பித்தப்பை நீக்க அறுவையின்போது இவ்வாறு நீண்ட பித்தப்பை நாளத்தின் ஒரு பகுதி விடுபட்டுப் போக்கூடும். சாதாரணமாகப் பித்தப்பை நாளம், பொதுப் பித்தநாளத்தின் வலப் பக்கத்திலேயே இணைகிறது. ஆனால் சில சமயம் முன் பக்கத்திலோ, பின் பக்கத்திலோ, இடப்பக்கத்திலோ இணையலாம்.

துணைப் பித்த நாளம். அரிதாக வலக் கல்லீரல் நாளத்திலிருந்து ஒரு துணை நாளம் தோன்றி, பித்தப்பை நாளத்துடன் இணையாகச் சென்று பொதுப் பித்த நாளத்துடன் சேரலாம். மாறாகத் துணைப் பித்த நாளம் கல்லீரலில் தோன்றிப் பித்தப்பையுடன் இணையும் வாய்ப்பும் உள்ளது. இந்நிலையில் பித்தப்பை நீக்க அறுவைக்குப் பின், இந்தத் துணைநாளத்திலிருந்து உதரவுறை அறைக்குள் பித்த ஒழுக்கு ஏற்படும்.

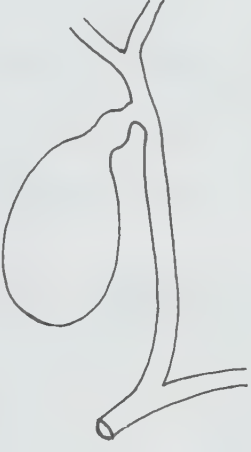
பித்த நாளச் சந்திப்பு இராமை. கரு வளர்ச்சியின் போது நாளங்களில் இணைப்பு நிகழாமையை இரு வகைகளில் விளக்கலாம். கல்லீரல் அகப் பித்த நாளச் சந்திப்பு இரா நிகழ்வில் கல்லீரலுக்குள் இருக்கும் நாளங்கள் இணையாமலிருக்கும். இந்நிலையில் உயிர் வாழ இயலாது. கல்லீரல் புறப்பித்த நாளச் சந்திப்பு இரா நிகழ்வில் கல்லீரலுக்கு வெளியே உள்ள பித்த நாளங்கள் இணையாமலிருக்கலாம். அதாவது பொதுப் பித்தநாளச் சந்திப்பு இராமை, பொதுக் கல்லீரல் நாளச் சந்திப்பு இராமை, வல, இட, பொதுக் கல்லீரல் நாளச் சந்திப்பு இராமை, ஒட்டுமொத்தக் கல்லீரல் புறப் பித்தநாளச் சந்திப்பு இராமை போன்ற ஏதாவது ஒரு விதத்தில் தோற்றமளிக்கலாம். உயிருடன் பிறக்கும் பத்தாயிரத்தில் ஒரு குழந்தைக்கு இந்நிலை நிகழலாம். கல்லீரலின் புறத்தே உள்ள நாளத்தின் ஒரு பகுதியேனும் தொடர்பு கொண்டிருப்பின் அந்நிலையை அறுவை மூலம் சீராக்க முடியும். சில சமயங்களில் இந்நிலை அறுவை மூலம் சீர்படுத்த இயலாமல் போகலாம். இந்நிலைகளில் பிறக்கும்போது அல்லது பிறந்த ஒரு வாரத்திற்குள் மஞ்சள் காமாலை, வெளிறிய மலம், மஞ்சளான சிறுநீர் போன்ற அறிகுறிகள் காணப்படும். அறுவையே இதற்கு ஏற்றதாகும். சீராக்க முடியாத பாதிப்பில் கல்லீரல் மாற்று அறுவை மட்டுமே பயனளிக்கும்.

பிறவிப் பித்தநாளப் பை முண்டு. பிறவி ஊனங்களில் பை முண்டுப் பாதிப்பு பெருமளவில் ஏற்படுகிறது. உலகின் கிழக்குப் பகுதி மக்களில் குறிப்பாகப் பெண்களில் இது மிகுந்து காணப்படுகிறது. இவ்வகை ஊனங்களால் ஏற்படும் அறிகுறிகள் 1-10 வயதிற்குள் தோன்றுகிறது. பித்த நாளப்பை முண்டு என்பது நாளத்தின் 7.வரில் வலிமை

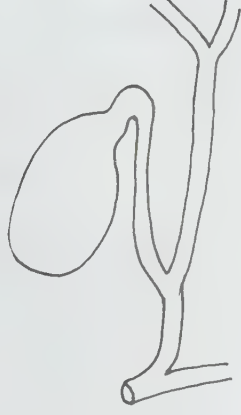


1. வலக் கல்லீரல் நாளம்
2. பித்த நாளம்
3. பித்தப்பை
4. வேட்டர் நாளவாய்
5. டியோடினம்
6. இடக் கல்லீரல் நாளம்
7. பொதுக் கல்லீரல் நாளம்
8. கல்லீரல்
9. பொதுப்பித்த நாளம்
10. கணையம்
11. கணைய நாளம்

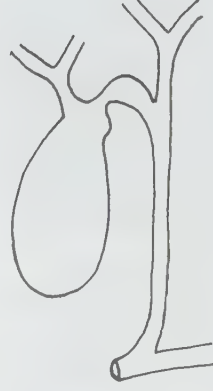




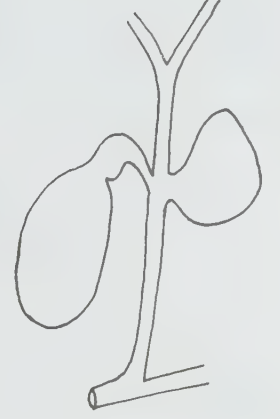
அ



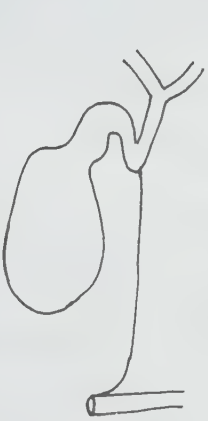
ஆ



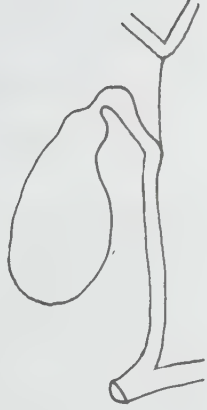
இ



ஈ



உ



ஊ



எ



ஏ

அ. பித்தப்பை நாளமற்ற நிலை

இ. துணைப்பித்தநாளம்

உ. பித்த நாளச் சந்திப்பு இராமை

எ. வல இடப் பொதுக் கல்லீரல் நாளச் சந்திப்பு இராமை

ஆ. பித்தப்பை நாளம்

ஈ. பித்த ஒழுக்கு

ஊ. பொதுக் கல்லீரல் நாளச் சந்திப்பு இராமை

ஏ. கல்லீரல் புறப் பித்தநாளச் சந்திப்பு இராமை.

### 392 பித்தநாளப் புற்றுநோய்

இராமையால் ஒரு பையைப் போன்று விரிவடைந்து விடுவதால் ஏற்படுவதாகும். இது கல்லீரல் புற நாளங்கள் அனைத்துமே பை போன்று விரிவடைதல், பொதுப் பித்த நாளத்தில் பக்கப்பை போன்று விரிவடைதல், பொதுப் பித்த நாள வாய்ப்பகுதி விரிவடைதல், கல்லீரல் அக மற்றும் புறப் பித்த நாளங்களில் பல பைமுண்டுகள் இருத்தல், கல்லீரல் அகப் பித்த நாளங்கள் மட்டும் விரிவடைந்திருத்தல் எனப் பல வகைப்படும். இந்நிலைகளில் மஞ்சள் காமாலை, வயிற்று முடக்கு வலி, காய்ச்சல், பித்த நாள அழற்சிக்கு உண்டான அறிகுறிகள் இருக்கலாம். பித்த நாள எக்ஸ் கதிர் வரைபடம் நோயை அறுதியிட உதவும்.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். R.S.Snell, *Clinical Embryology for Medical Students*, Second Edition, Little Brown and Company, Boston, 1975; J.H.Davis, *Clinical Surgery*, The C.V.Mosby Company, Moscow, 1987.

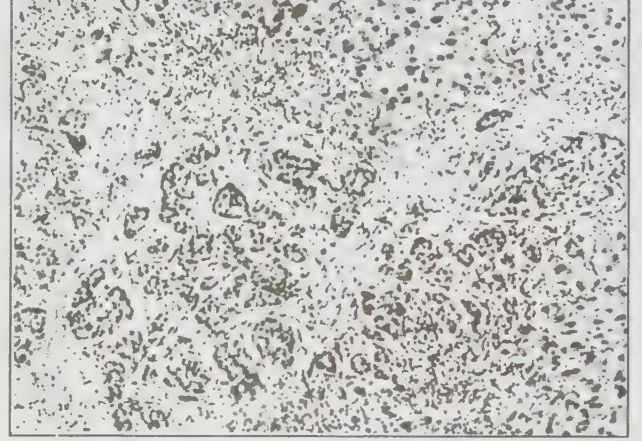
## பித்த நாளப் புற்றுநோய்

கல்லீரல் புறப் பித்தநாளப் புற்றுநோய் (Bile duct Carcinoma) பொதுவாக அரிதாகவே ஏற்படும். பெரும்பாலும் நோய் முற்றிய நிலையிலேயே இதைக் கண்டுகொள்ள முடிகிறது. இப்புற்றுநோய் தோன்றும் இடம், கல்லீரல், கல்லீரல் தமனி, போர்டல் சிரை ஆகியவற்றிற்கு மிக அண்மையில் உள்ளமையால் புற்றுக் கழலையை அறுவை செய்து அகற்றுவதும் கடினமாக உள்ளது. இருப்பினும் இவ்வகைப் புற்றுநோய்களுக்கு வேற்றிடப் பரவல் தன்மை குறைந்த அளவிலே உள்ளமையால் சில காலத்திற்கு நோயைத் தணிக்க முடிகிறது.

சராசரியாக 60 வயதிற்கு மேற்பட்டவர்களுக்கு இப்புற்றுநோய் தோன்றுகிறது. பெண்களை விட ஆண்கள் சற்றுக் கூடுதலாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனர். 50 - 75% புற்று நோய்கள் கல்லீரல் கீழ்ப்பரப்புக்கும் பித்தப் பை நாளத்திற்கும் இடையேயும், 10-25% பித்தப்பை நாளத்திற்கும் கணையத்தின் மேற்புற எல்லைக்கு இடையேயும், 10-20% கணைய மேற்புற எல்லைக்கும் நாளவாய்க்கும் இடையே உள்ள பித்தநாளப் பகுதியிலும் தோன்றுகின்றன. இப்புற்று நோய் வருவதன் அடிப்படைக் காரணம் புலனாகவில்லை. பெரும்பாலும் நெடு பெருங்குடற் புண்ணுடை அழற்சி உடையோருக்கும்

அடைப்பூட்டும் பித்தநாள அழற்சி, கல்லீரல் ஓட்டுண்ணிப் புழுத் தாக்கல், நெடுகுடல்புண் நுண்ணுயிரித் தாக்கம், பித்தநாள நீர்ப்பை நோய் போன்றவை உள்ளவர்களுக்கு இப்புற்றுநோய் தோன்ற வாய்ப்பு மிகுதி.

அறிகுறிகள். பித்த நாளப் புற்றுநோயால் பாதிக்கப் பட்டோருக்கு நாள அடைப்பின் காரணமாக மஞ்சள் காமாலையும், உடல் எடையிழப்பும் சிறிது வலியும் இருக்கும். பெரும்பாலும் நமைச்சலும் சில சமயம் பித்த நாள அழற்சியால் காய்ச்சல், நடுக்கம், உதரவலி போன்றவையும்



பித்த நாளப் புற்றுநோய்  
(Bile duct Carcinoma)

இருக்கும். உடல் ஆய்வில் வீங்கிய வலியுடன் கூடிய கல்லீரலை உணர முடியும். போர்டல் சிரை பாதிக்கப்பட்டிருப்பின், வயிற்று நீர்க்கோர்ப்பு (மகோதரம்) மண்ணீரல் வீக்கம் போன்றவை இருக்கும். இவ்வறிகுறிகள் நோய் மிகவும் முற்றிய நிலையை உணர்த்துவனவாகும். பித்த நாள வரைபட ஆய்வு, கணக்கீட்டு பகுதி வரைபட ஆய்வு, உள்நோக்கிக் குழல் ஆய்வு போன்றவையும் நோயை அறுதியிட உதவும்.

கல்லீரல், போர்டல் சிரை, கல்லீரல் தமனி போன்ற உறுப்புகள் பாதிக்கப்படாத நிலையில் தோன்றும் புற்றுநோயை அறுவை மூலம் அகற்றிச் சைலாஸ்சிட் குழாய் கொண்டு கல்லீரல் இடைச்சிறுகுடலை இணைப்பதன் மூலம் குணப்படுத்தலாம். பொதுவாக இப்புற்றுநோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களில் 10% நோயாளிகளே குணமடைகின்றனர் எனலாம். வாழ்நாளை நீட்டிக்கும் வகையில் எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம், வலி நீக்கு அறுவை



செய்து நாள அடைப்பைக் குறைத்து, காமாலை, பித்த நாள அழற்சி இவற்றின் தாக்கத்தைச் சற்றுத் தணிக்கலாம்.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். D.C. Sabiston, *Text Book of Surgery*, W.B.Saunders Company, Philadelphia, 1986.

## பித்தநீர்த் தேக்கக் குடலழற்சி

இரைப்பைச் சிலேட்டுமம் பல்வேறு காரணங்களால் அழற்சி அடைகிறது. இவ்வழற்சி வழியாகவும் அக வழியாகவும் இரைப்பையைத் தாக்குகிறது. முன் சிறுகுடலில் உள்ள பித்த நீரும், சில போது எதிர்க்களித்து இரைப்பையினுள் சென்று அழற்சியை (bile reflux gastritis) உண்டாக்குகிறது. இரைப்பையின் இறுதியிலுள்ள சிறுகுடல் வாயின் சுருக்குதலை முறையாகச் செயல்படாமையால் முன் சிறுகுடலில் உள்ள பித்த நீர், இரைப்பைக்கு எதிர்க்களித்துச் செல்கிறது. இரைப்பைப் புண் கொண்ட நோயாளிகளில் இந்நிலை இயல்பாகக் காணப்படுகிறது. இரைப்பையின் மீது செய்யப்படும் சில அறுவைகளின் விளைவாலும் பித்த நீர் எதிர்க்களிக்கிறது.

நாட்பட்ட இரைப்பை அழற்சியில் பங்கு கொள்ளும் தடுப்பாற்றல் கூறுகளைத் தவிர, நீண்ட நாள்களாக மது அருந்துதல், இரைப்பையினுள் பித்த நீரின் எதிர்க்களிப்பு ஆகியவையும் பங்குபெறுகின்றன. மது அருந்துவதுடன் இணைந்த நாட்பட்ட இரைப்பை அழற்சியில், பித்தநீரின் எதிர்க்களிப்பும் இடம் பெறுகிறது. குறிப்பாக இரைப்பை அறுவை மேற்கொண்ட நோயாளிகளில் பித்த நீர் எதிர்க்களிப்பு அடிக்கடி ஏற்படுகிறது. ஆகவே பித்தநீர் எதிர்க்களிப்பு தீவிர மற்றும் நாட்பட்ட இரைப்பை அழற்சியை உண்டாக்குகிறது. நோய் அறுதியிடல், இரைப்பை நோய்க் கூறாய்வு செய்வதைப் பொறுத்து அமையும். இரைப்பை உள்நோக்கியும், நோய் அறுதியிட உதவுகிறது. இரைப்பை அழற்சி, புற்றுநோயில் முடியும் வாய்ப்பு உள்ளமையால், நோயாளியை அடிக்கடி ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.

அ. சுதிரேசன்

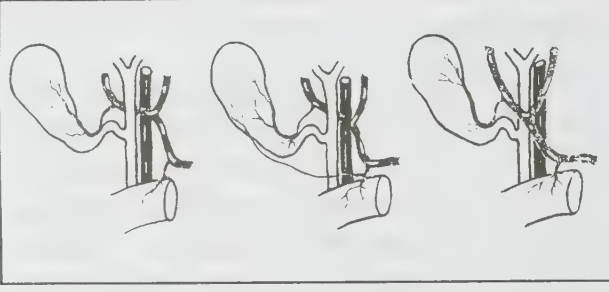
துணைநூல். B.C.Morson and et.,al. *Gastro Intestinal Pathology*, Second Edition, Oxford and Blackwell Scientific Publication, London, 1979.

## பித்தநீர்ப்பை

வயிற்றின் வலப் பக்கத்தில் கல்லீரலுக்குக் கீழே பேரிக்காய் வடிவில் பித்தநீர்ப்பை (gall bladder) இருக்கிறது. 7.5-12.5 செ.மீ நீளமுடைய பித்தநீர்ப்பைக்கு ஒரு குழி முகடு, உடல், கழுத்து ஆகியவை உள்ளன. கழுத்து ஒரு குறுகலான கூம்புப் புழையில் முடிவுறுகிறது. கழுத்தின் கோணப் பகுதி பையைப் (artmann's pouch) போன்று இருக்கிறது. இப்பையில் பித்தக் கற்கள் தேங்குகின்றன. பித்தநீர்ப்பையின் சுவர்களில் தசை இழைகள், குறிப்பாகக் கழுத்துப் பகுதிகளில் குறுக்கும் நெடுக்குமாக அமைந்துள்ளன. சிலேட்டுமப் படலத்தில் காணப்படும் மேடு பள்ளங்கள் லுஷ்காக் குழிகள் (crypts of luschka) எனப்படும். பித்தப்பைக் குழல் (cystic duct), பொதுக் கல்லீரல் குழல் (common hepatic duct), பொதுப் பித்தநீர் குழல் (common bile duct) ஆகியவை பித்தநீர்ப்பையில் உள்ளன.

பித்தப்பைக் குழலின் நீளம் ஏறத்தாழ 2.5 செ.மீ ஆகும். இது பித்தப்பையினுள் வட்டத் தசை இழைகளால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் கற்கள் உள்ளே செல்வதில் கடினம் ஏற்படுகிறது. பொதுக் கல்லீரல் குழலின் நீளம் ஏறக்குறைய 2.5 செ.மீ ஆகும். இது வல, இடக் கல்லீரல் குழல்களின் இணைப்பால் உருவாகிறது. பொதுப் பித்தநீர்க் குழலின் நீளம் ஏறத்தாழ 7.5 செ.மீ ஆகும். பித்தப்பைக் குழலும், பொதுக் கல்லீரல் குழலும் சேர்வதால் இது உருவாகிறது. இதற்கும் முன் சிறு குடலுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைப் பொறுத்து இது நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை முன் சிறுகுடலுக்கு மேற்புறப் பகுதி, முன் சிறுகுடலுக்குப் பின்புறப்பகுதி, முன் சிறுகுடலுக்குக் கீழ்ப்பகுதி, முன் சிறு குடலின் உட்பகுதி என்பன.

பித்த நீர்ப்பையின் பணிகள். இப்பை பித்தநீரைச் செறிவடையச் செய்கிறது. செறிவடைந்த பின்னர், பித்தநீரில் பித்த உப்பு, பித்த நிறமி, கொலஸ்ட்ரால், கால்சியம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இப்பை பித்தநீரின் அமில - கார நிலையை மாற்றுகிறது. கல்லீரலால் சுரக்கப்படும் பித்தநீர் காரநிலையில் (pH 8.2) இருக்கிறது. பித்த நீர்ப்பையிலுள்ள பித்த நீர் அமில நிலையில் (pH 7.6-7.0) இருக்கிறது. பித்த நீர்ப்பை கொலஸ்ட்ரால் வெளியேற்றும் என்னும் கருத்து உறுதி செய்யப்படவில்லை.



### பித்தப்பை (Gall bladder)

பித்தநீர்ப்பையின் நோய்களை அறுதியிடப் பல ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. வயிற்றின் எக்ஸ் கதிர் படம், மூலம் பித்தநீர்ப்பைக் கற்களையும், கால்சியம் படிந்த பித்தநீர்ப்பையையும் காணலாம். வாய் வழியாக ஊடகங்களைச் (biloptin, solubiloptin) செலுத்தி பித்தநீர்ப்பையின் படத்தை எடுக்கலாம். சிரை வழிப் பித்த நீர்ப்பை வரைபடமும் நோய் அறுதியிடலில் உதவுகிறது. பித்தநீர்ப்பையில் காணப்படும் கற்கள், அறுவை மூலம் அகற்றப்படுகின்றன.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். David Ritchie, Bailey and Love's Short Practise of Surgery, Seventeenth Edition, ELBS and H.K.Lewis Ltd, London, 1979.

### பித்தப்புரை

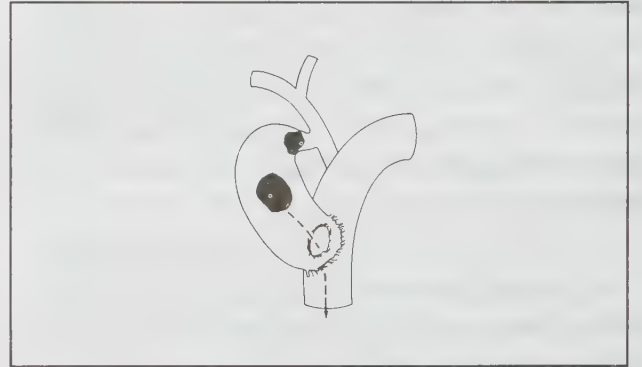
இரண்டு உள் உறுப்புகளின் குழல் சந்துகளுக்கிடையே அல்லது ஓர் உள்ளுறுப்பின் குழல் சந்துக்கும் உடற்பரப்புக்கும் இடையே ஏற்படும் தொடர்பு நிலையையே புரை எனலாம்.

பித்தப்புரை (biliary fistula) என்படுவது, பித்தக் கூறின் எந்த ஒரு பகுதியாவது உடலின் மற்றொரு பகுதியுடன் இயல்புக்கு மாறான தொடர்பு கொண்டிருத்தலாகும். இவ்வகைத் தொடர்பு பித்தக் கூறுக்கும், உடல் வெளிப் பரப்புக்கும் இடையே உண்டாயின் அதை வெளிப்புரை என்றும், பித்தக் கூறுக்கும் வேறு உள்ளுறுப்புக்கும் இடையே உண்டாயின் அதை உட்புரை என்றும் குறிப்பிடலாம்.

பொதுவாகப் பித்தக்கல் நோய், வயிற்றுப் புண், புற்றுநோய் போன்றவையே இப்புரை உருவாவதற்குத் காரணிகளாகத் திகழ்கின்றன. வெளிப்புரை பெரும்பாலும் அறுவை மருத்துவக் காயத்தால் உருவாகிறது. வெளிப்புரை

என்பது பொதுப் பித்த நாளத்தில் நிகழ்த்தப்படும் அறுவைக்குப் பிறகு உண்டாகும். இதனால் பித்த ஒழுக்கு ஏற்பட்டு உதரவுறை அழற்சி அல்லது பித்தநீர் வயிற்று வீக்கம் விளையலாம். காய்ச்சல், மஞ்சள் காமாலை, வயிற்று வலி போன்ற அறிகுறிகளும் தோன்றும். அறுவை மூலமாகப் பொருத்தப்பட்ட வடிஞழாய் மூலமாகவோ தன்னிச்சையாகவோ உடற்பரப்பில் பித்த ஒழுக்கு ஏற்படும்.

உட்புரை என்பது பித்தக்கல் காரணமாகத் தோன்றுகிறது. கல்லைக் கொண்டுள்ள பித்தப்பை அழற்சியுற்று அருகிலுள்ள உள்ளுறுப்புடன் ஒட்டிக் கொள்கிறது. பிறகு அந்த இடத்தில் பித்தப்பை வெடித்துப் புரை உண்டாகிறது. உட்புரை பித்தக்கூறின் நோயுற்ற ஒரு பகுதி மற்ற உள்ளுறுப்புகளான இரைப்பை, பெருங்குடல், சிறுநீர்ப்பை, சிறுநீரகம், கருப்பை, போர்ட்டல் சிரை, கீழ்ப்பெருஞ்சிரை, இதய வெளியுறை, மூச்சுக்குழல் போன்ற ஏதாவது ஒன்றுடன் தொடர்பு கொண்டாலும் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. ஏனைய உள்ளுறுப்புகள் நோயுற்று இருந்தாலும் (எ-டு: இரைப்பை, கணையம், பெருங்குடல் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் கழலைகள், இரைப்பை புண், பெருங்குடற் புண்ணுடை அழற்சி, குரோன் நோய்) பித்தக்கூறுடன் தொடர்பு கொண்டு உட்புரை ஏற்படக்கூடும். உட்புரை தோன்றிய இடத்தைப் பொறுத்துச் சில சிறப்பு அறிகுறிகளும் தோன்றும். சான்றாகப் பித்தம் கலந்த சிறுநீர், பித்தம் கலந்த கபம், பித்தம் கலந்த பேதி போன்றவை முறையே சிறுநீரகப் பாதை, மூச்சு மண்டலம், குடல் போன்றவற்றில் ஏற்படும் புரையில் காணப்படும். அனைத்து வகைப் புரையிலும், பித்த நாள அழற்சிக்கான அறிகுறிகளான காய்ச்சல், மஞ்சள் காமாலை, நடுக்கம் போன்றவை இருக்கும்.



### பித்தப்புரை (Biliary fistula)



## நோய்ச்சிக்கல்

பித்தப்புரையினால் ஏற்படும் சிக்கல்களாகப் பின்வருவனவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

**குறை குருதிச் சோடிய நிலை.** பித்த நீரில், பிளாஸ்மாவை விட மிகுந்த சோடியமும், பைகார்பனேட்டும் உள்ளமையால், பித்த நீர் வெளியேற்றத்தால் உடல் அளவு குறைந்து, உடலில் அமிலமேற்றமும், குருதி யூரியா அளவு அதிகரிப்பும் தோன்றும்.

**உடல் எடை இழப்பு.** பித்த நீர், ஒரு பால்மமாக்கி ஆகும். கொழுப்பு, கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் ஆகியவற்றை உள்ளேற்க இது முதன்மைப் பங்கேற்கிறது. எனவே பித்தநீர் இழப்பு நேரிடும் புரை நிலையில், பேதி, ஊட்டக்குறைவு போன்றவை ஏற்படும்.

**நோய்த்தொற்று.** பித்தநீர் உதரவுறையில் ஓடுகுவதால் எஞ்செரிச்சியா கோலை, கிளாஸ்டிரிட்யா போன்ற பாக்கிரியாக்களால் உதரவுறை அழற்சி ஏற்படும். பித்தப்பை முன்சிறுகுடல் புரையில், பித்த நாள அழற்சி நோய்த்தொற்று மிகுந்து காணப்படுகிறது.

**மருத்துவம்.** பித்தப்புரை மருத்துவத்திற்கு முன் அதன் கூறை ஆய்ந்த நோயறுதியிடல் வேண்டும். இதற்குப் புரையின் வெளித்துளை மூலம் ரப்பர்க்குழாயை நுழைத்துப் புரையின் அளவு, பாதை போன்றவற்றை அறிதல், கதிர்வீச்சு ஊடகத்தை உடலில் செலுத்தி இரைப்பை, குடல், பித்தக்கூறு ஆகியவற்றின் வரைபடங்களை எடுத்தல், மேல் உதரக்கணக்கீடு, தேடல் வரைப்படம், வயிற்றுத்திறப்பு அறுவை போன்ற முறைகளைக் கையாளலாம். நோய்த் தொற்று இருப்பின் ஆம்பிசிலின் போன்ற நோய் எதிர் மருந்துகளைக் கொடுக்க வேண்டும். ஊட்டச்சத்துக் குறைபாடு, அயனிகள் சம நிலையின்மை போன்றவற்றைச் சீர் செய்ய வேண்டும். இவற்றுடன் புரையின் காரணத்திற்கேற்ப தக்க அறுவை மருத்துவம் (எ-டு: பித்தக்கல் நீக்கல், அடைப்பு நீக்கல், கழலை நீக்கல்) செய்ய வேண்டும்.

கு. சிவஞானம்

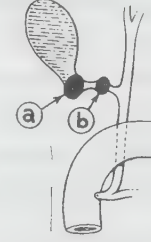
துணைநூல். D.C.Sabiston, *Text Book of Surgery*, Thirteenth Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1986.

## பித்தப்பை அழற்சி

நாப்பட்டோ, திட்ரென்றோ பித்தப்பை அழற்சி (cholecystitis) தோன்றலாம். பெரும்பாலும் பல குழந்தைகளை ஈன்ற 40 - 45 வயது பெண்களையே இந்நோய் தாக்குகிறது.

**காரணங்கள்.** பித்தநீர்க்கற்கள், கட்டியான பித்த நீர், வீங்கிய பித்த நீர்நாளம், பருத்த நிணக் கட்டி, புற்றுக்கட்டி ஆகியவை பித்தநீர் நாளத்தையோ பித்த நீர்ப் பையின் கழுத்தை யோ அமுக்குவதால் இந்நோய் ஏற்படலாம். ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ், எஞ்செரிச்சியாகோலை, சால்மோனல்லா, டைபாய்டு போன்ற நுண்ணுயிரிகளின் பாதிப்பாலும் ஏற்படலாம்.

**அறிகுறிகள்.** கும்ட்டல், வாந்தி, மேல் வயிற்றில் வலி, சிறிதளவு காய்ச்சல், காமாலை, மலச்சிக்கல் ஆகியவை இந்நோய்க்கான அறிகுறிகளாகும். இந்நோயின் சிக்கல்களாகப் பித்தநீர்ப்பையில் சீழ்த்தேக்கம், உதரவுறை அழற்சி, கணைய அழற்சி முதலியவை விளங்குகின்றன.



(அ) ஹார்மோன் பையில் கற்கள்

(ஆ) பித்தப்பையில் கற்கள்

## பித்தப்பை அழற்சி (Cholecystitis)

**ஆய்வக முடிவுகள்.** வெள்ளணுப் பெருக்கம், குருதியில் பிலிருபின் அளவு அதிகரித்தல் (இயல்பளவு 0.2-0.8 மி.கி./100மி.லி ) சிறுநீரில் பித்த நீர் உப்பு, வயிற்றின் படத்தில் பித்தநீர்க் கற்கள் புலனாதல் ஆகியவை நோய் அறுதியிடலில் உதவுகின்றன.

**மருத்துவம்.** சிரை வழியாக உப்பு நீரைச் செலுத்தல், பெதிடன் (100 மி.கி), மார்பியா (15 மி.கி), கிளிசரைல் டிரைநைட்ரேட் ஆகிய வலி நீக்கிகள் பயன் தரும். இதற்கு வெப்ப ஒத்தடமும் கொடுக்கலாம். உயிர் எதிர் மருந்துகளாக ஸ்ட்ரெப்டோ பெனிசிலின் தசை ஊசியாக 1 கிராம் அல்லது ஆம்பிசிலின் 500 மி. கிராம்

### 396 பித்தப்பைக் கல்

நாள்தோறும் நான்கு வேளை கொடுக்கலாம். இம்மருத்துவம் பயனளிக்காவிடில் ஜீவிர பித்தநீர்ப்பை அழற்சி, நாட்பட்ட நிலையை அடையலாம். இவ்வகை அழற்சிக்குப் பெரும்பாலும் பித்தநீர்க் கற்களே காரணமாகும்.

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். K.Chaudhry, *Medicine for Students and Practitioners*, Seventh Edition, Jaybee Brothers, New Delhi, 1984.

### பித்தப்பைக் கல்

நாட்பட்ட பித்த நீர்ப்பை அழற்சிக்கு முதன்மைக் காரணம் பித்தப்பைக் கற்களே (gall stones) ஆகும்.

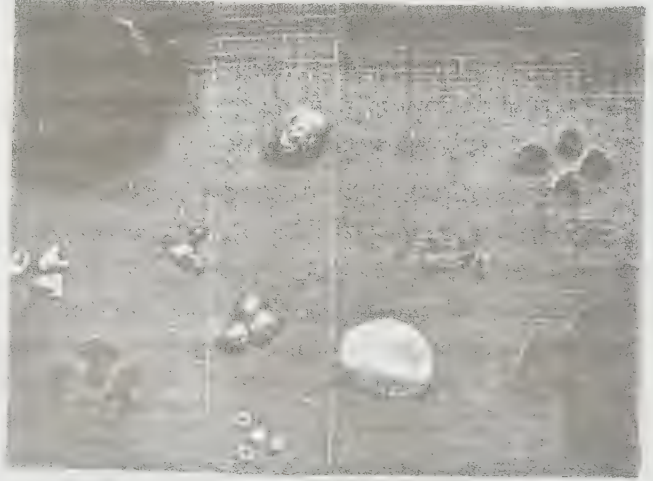
காரணங்கள். பித்தப்பையின் கற்கள் உருவாக நுண்ணுயிரித் தாக்கமே அடிப்படையாகிறது. எளிதில் கரையும் வகையில் பித்த உப்புகளுடன் சேர்ந்திருக்கும். நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்பட்ட பித்தப்பை, பித்த உப்புகளை விரைவில் உள்ளேற்றுக் கொள்கிறது. ஆதலால் கொலஸ்ட்ரால் படிசு நிலையை அடைகிறது. கொலஸ்ட்ரால் சூற்றிப் பிலிருபின் படிவதால் கலவைக்கல் (mixed stone) உண்டாகிறது.

பித்தநீர் தேக்கமடையும்போது, பல வகைப் பொருள்கள் கற்களை உருவாக்க முனைகின்றன. ஆனால் பித்த நீர் ஓடிக்கொண்டிருந்தால் இந்திலை ஏற்படாது. தேக்கமடையும் நிலையில் நுண்ணுயிரிப் பாதிப்பும் ஏற்படுவதால் கற்கள் உருவாவதற்கான வாய்ப்பும் கூடுதலாகிறது. குருதியில் காணப்படும் கொலஸ்ட்ராலின் மிகையான அளவும் (இயல்பளவு 125-260 மி.கி/100 மி.லி) கற்கள் உருவாவதை ஊக்குவிக்கிறது.

வகைகள். கொலஸ்ட்ரால் கற்கள் பெரும்பாலும் தனியாகவே காணப்படும். இவை மஞ்சள் நிறத்தில், முக்கோண வடிவத்தில் அறிகுறி எதுவுமின்றி இருக்கலாம். நிறமிக் கற்கள் அரிசி போன்று, பிலிருபின் கலந்து, மிகுந்த எண்ணிக்கையில் பித்தநீர் நாளங்களில் காணப் படுகின்றன. இவற்றின் நிறம் பச்சையும் நீலமும் கலந்திருக்கும். காண்க: பித்த நிறமிகள். கலவைக் கற்களில் கொலஸ்ட்ரால், பித்த நிறமி, கால்சியம், புரதங்கள் ஆகியன மிகுந்து காணப்படுகின்றன. ஒரே மையமுள்ள

வட்ட வடிவாக விளிம்பில் கால்சியப் படிவுடன் காணப்படும். இவை எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தில் வளையம் போன்று காட்சியளிக்கின்றன.

அறிகுறி. பித்தநீர்ப் பைக்குள்ளேயே கல் இருந்தால் அறிகுறி எதுவுமே இராது. சிலபோது குமட்டல், வாந்தி, பசியின்மை, மலச்சிக்கல், வயிற்றுப்போக்கு ஆகியன மாறி மாறி வரலாம். மஞ்சள் காமாலையும், விட்டு விட்டு சுருக்கத்துடன் கூடிய மேல் வயிற்று வலியும் தோன்றலாம். வலி முதுகுப் புறமாகவும், வலத் தோள்பட்டை நோக்கியும் பரவிப் பல மணி நேரங்களுக்கு நீடிக்கிறது.



பித்தப்பைக் கற்கள் (Gall stones)

ஆய்வில் பித்த உப்புகளோ, யூரோபிலினோஜனோ சிறுநீரில் காணப்படலாம். குருதியில் பிலிருபின் அளவு மிகையாக இருக்கிறது. பித்தநீர்ப்பை வரைபடத்திலும் வயிற்றின் எக்ஸ் கதிர்படத்திலும் கற்களைக் காணலாம். அவற்றைச் சிறுநீரகக் கற்களிலிருந்து பிரித்தறிய வேண்டும். புற ஒலி வரைவியும் நோய் அறுதியிட உதவுகிறது.

மருத்துவம். இந்நோயுடையோர் பொரித்த கொழுப்புப் பொருள்களை உண்ணக்கூடாது. முட்டை, பால், வெண்ணெய் போன்றவற்றை மிகுதியாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். வலி தோன்றும்போது வலி நீக்கிகளாகப் பெதிடின், மார்பின் கிளிசரைல் டிரைநைட்ரேட், எதிர் உயிர் மருந்துகளாக ஸ்ட்ரெப்டோபெனிசிலின், ஆம்பிசிலின் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கலாம். அர்சோடி ஆக்சிகோலிக் அமிலம் 8-10 மி.கி/கி.கி கொடுத்துக் கற்களைக் கரைக்க முனையலாம். இவ்வகையில் கற்கள்



கரைய 2 ஆண்டுகள் ஆகலாம். பித்தநீர்ப்பையைக் கற்களுடன் சேர்த்து அகற்றுதே (cholecystectomy) சிறந்த முறையாகும்.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். S.Sherlock, Diseases of the Liver and Biliary System, Sixth Edition, Oxford and Blackwell scientific Publications, London, 1981.

## பித்தப்பை நோய்

மனித உடலில் அரிதாக, கரு வளர்ச்சியின் போதே பித்தப்பை உருவாகாமல் போகலாம். இந்நிலையில் அடைப்பூட்டும் பித்த நாள அழற்சி, பித்த நாளப் புற்று நோய் போன்றவை ஏற்பட வாய்ப்பு மிகுதி.

சில சமயம் இரண்டு அல்லது மூன்று பித்தப்பைகள் இருக்கக் கூடும். இரண்டு பைகள் இருப்பின், அவை இரண்டுக்கும் பொதுவாக ஒரே பித்தப்பை நாளமோ தனித்தனி நாளங்களோ இருக்கலாம். இயல்பாகப் பித்தப்பை கல்லீரலின் கீழ்ப்பரப்பை ஒட்டினாற் போல் அமைந்திருக்கும். சில சமயம் கல்லீரலின் அகத்தே அல்லது கல்லீரலில் இருந்து தள்ளி உதரவுறையில் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். பின்சூறிய நிலையில் பித்தப்பை முறுக்கம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

**பித்தக்கல்.** பித்தக் கலையுடையோர், நெடு பித்தப்பை அழற்சியால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். பித்த நீரிலுள்ள இயல்பான அல்லது இயல்பற்ற கூறுகள் படிப்படியாக ஒன்றிணைந்து படி அமைப்பாக உருவாவதே பித்தக்கல்லாகும். இது கொலாஸ்ட்ரால், கலவைக்கல், சாயக்கல் என மூவகையில் அமையும். கூடுதலான உடல் எடை, மதுவால் விளையும் கல்லீரல் நோய்கள், சில வகை மருந்துகள், சிவப்பணுச் சிதைவு நோய்கள் போன்ற நிலைகளில் பித்தக்கல் உருவாகும் வாய்ப்பு மிகுதி. பித்தக்கல்லால், பித்தப்பை அழற்சி, பித்த நாள அழற்சி, பித்தப்பாதை அடைப்பு, குடல் அடைப்பு, பித்தப்புரை போன்ற பல சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன. பித்தக்கல் பாதிப்பில், நோயாளிகளுக்கு முடக்கு வலி ஏற்படும். காண்க: பித்தப்பைக் கற்கள்.

**நெடு பித்தப்பை அழற்சி.** வலியுடன் கூடிய பித்தப்பை நோய்களில் பெரும்பங்கு கொண்டு பித்தக்கல்லுடன் இணைந்தே காணப்படுவது நெடு பித்தப்பை அழற்சியாகும். இந்நோயின் அறிகுறிகளாகப் பித்த முடக்குவலி (பித்தக்கல் பித்தப்பாதையை அடைக்கும்போது

குழலின் உள் அழுத்தம் அதிகரித்து உறுப்பு விரிவடைவதால் விட்டு விட்டு வரும் வலி), குமட்டல், வாந்தி, வல மேல் வயிற்றில் தொடு வலி, கொழுப்புப் பொருள்களைச் செரிக்க முடியாத நிலை, புளித்த ஏப்பம் போன்றவை விளங்குகின்றன. வலி, சில சமயம் நடு மார்புப் பகுதியில் ஏற்பட்டு குறு இதயத்தை அழிவால் ஏற்படுவது போன்றோ, வயிற்று மேல் பகுதியில் ஏற்பட்டு வயிற்றுப்புண் அல்லது கணைய அழற்சி உள்ளது போன்றோ தோற்றமளிக்கலாம். குறு பித்தப்பை அழற்சி, பொதுப் பித்த நாளப் பித்தக்கல், பித்தப்பைப் புற்றுநோய் போன்றவை நெடு பித்தப்பை அழற்சியால் ஏற்படும் சிக்கல்களாகும்.

**மருத்துவம்.** கீனோட ஆக்சிகோலிக் அமிலம் என்னும் மருந்தை வாய் மூலம் கொடுப்பதன் மூலம் பித்தக்கல்லைக் கரைக்கலாம். கல் சுண்ணமேறி இருந்தாலோ, பெரியதாக இருந்தாலோ, சாய வகைக் கல்லாக இருந்தாலோ இம்மருந்து பயனற்று விளங்குகிறது. எனவே பெரும்பாலும் பித்தப்பை நீக்க அறுவை தேவைப்படுகிறது.

**குறு பித்தப்பை அழற்சி.** இந்நோய் 95% பித்தக்கல் சிஸ்டிக் நாளத்தை அடைத்துக் கொள்ளும்போது ஏற்படுகிறது. அவ்வாறு அடைக்கும்போது பித்தப்பை அழற்சியுற்று விரிவடைந்து மேல் உதர முடக்குவலி, மேல் உதர நைவு போன்ற அறிகுறிகளுடன் தோன்றும். பெரும்பாலும் இந்நிலை தானாகவே அகன்று விடும். ஆனால் சில சமயம் சீழ்க்கட்டி, துளையுறுதல், உதரவுறை அழற்சி ஆகிய சிக்கல்களை ஏற்படுத்தும். 5% அளவில் இந்நோய் பித்தக்கல் இராமலேயே தோன்றும். இந்நிலை புற்றுக்கழலையால் சிஸ்டிக் நாளத்தில் ஏற்படும் அடைப்பு, பாக்டீரியாத் தொற்று நோய் போன்றவற்றால் உருவாகலாம். நீண்ட நாள் வாய் மூலம் உணவு உண்ணாத நிலைகளில் சான்றாகத் தீக்காயங்கள், பேறு காலத்திற்குப் பின் காயமுறுதல், பெரிய அறுவைக்குப் பிந்திய நிலை ஆகியவற்றில் பித்த நீர் இறுகி அடைப்பை ஏற்படுத்துதல், பித்தக் கல்லற்ற குறு பித்தப்பை அழற்சி போன்றவை ஏற்படலாம். வல மேல் வயிற்று வலி, கடந்த காலத்தில் பலமுறை பித்த வலி, மேல் வயிற்று நைவு, சில சமயம் பித்தப்பை உப்பல் போன்ற அறிகுறிகள் இந்நோயில் இருக்கும்.

**மருத்துவம்.** வயிற்று எக்ஸ்கதிப்படம், ஒளி வரைபடம் போன்றவை நோய் அறுதியிட உதவும். நோயாளியின் நிலையைப் பொறுத்துப் பித்தப்பை நீக்க அறுவை செய்ய வேண்டும்.

**பித்தப்பை ஊத அழற்சி.** இந்நோய் பித்தப்பையின்

398 பித்தப்பைப் புற்றுநோய்

உட்பகுதி, சுவர், புறப்பகுதி ஆகியவற்றில் காற்றுக் குமிழ்களுடன் தோன்றும். உயிர் வாழ ஆக்சிஜன் தேவைப்படாத சில பாக்க்டீரிய நோய் நுண்ணுயிரிகளால் (எ-டு: க்ளாஸ்ட்ரிடியா) இந்நோய் ஏற்படுகிறது. குறு பித்தப்பை அழற்சியைப் போன்றே வெளிப்படிலும், இது பேரிடர் தரும் நோயாகும். சாதாரண எக்ஸ் கதிர் உதர வரைபடம் எடுத்தால் அதில் பித்தப்பையில் காற்று இருப்பது தெரியும். மிகக் கூடுதலான நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்துகள் கொடுத்துப் பிறகு பித்தப்பை நீக்கு அவசர அறுவை மூலம் மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். காண்க: பித்தப்பை அழற்சி.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். L.W.Way, *Current Surgical Diagnosis and Treatment*, Eighth Edition, Appleton and Lange Publication, Connecticut, 1988.

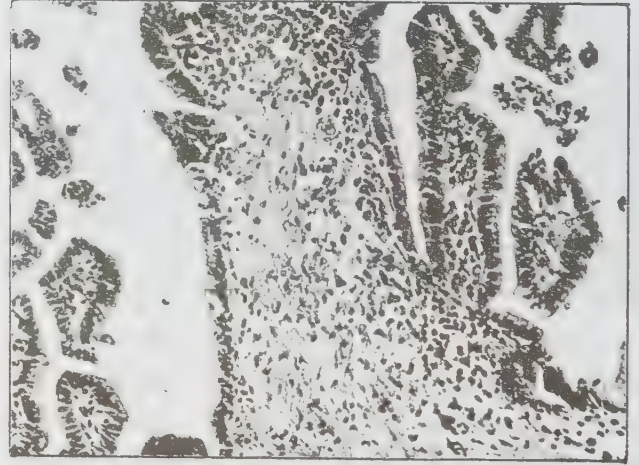
## பித்தப்பைப் புற்றுநோய்

மனித உடலிலுள்ள பித்தப்பாதையில் தோன்றும் நோய்களில் பெருமளவில் ஏற்படுவது பித்தப்பைப் புற்றுநோயாகும். இந்நோயால் ஆண்களை விடப் பெண்கள் மிகுதியும் பாதிப்பிற்குள்ளாகின்றனர்.

பித்தக் கல்லுக்கும் பித்தப்பைப் புற்றுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. இப்புற்று நோய் உள்ள 70% நோயாளிகளுக்குப் பித்தக்கல்லும் இணைந்தே காணப்படுகிறது. பித்தப்பைக் குடற்புரை, சுண்ணமுற்ற பிங்கான் பித்தப்பை, பெருங்குடல் புண்ணுடை அழற்சி போன்ற நிலைகளில் பித்தக் கல்லும் இருப்பதற்கு வாய்ப்பு மிகுதி. பித்தக்கல் உள்ள அனைவருக்குமே பித்தப்பைப் புற்றுநோய் தோன்றுவதில்லை. எனவே பித்தக்கல்லே இப்புற்றுநோயைத் தோற்றுவிக்கிறது என்று அறுதியிட்டுக் கூற முடியாது. ஆனால் பித்தக்கல்லுடன், புற்றுநோய்க் காரணியும் சேர்ந்து புற்று உருவாக வழி வகுக்கலாம். இவற்றால் நோயின் அடிப்படை புலனாகாமலேயே உள்ளது.

பித்தப்பைப் புற்றுநோய் நிணநீர், குருதி, உதரவுறை நரம்பு நாளம், நேரடித் தொடர்பு இவற்றால் பரவுகிறது. நேரடி ஊடுருவல் மூலமாக அண்மை உறுப்புகளான கல்லீரல், இரைப்பை, பெருங்குடல், முன் சிறுகுடல், வயிற்றுச்சுவர் போன்றவற்றுக்கும் புற்றுநோய் பரவலாம். சேய்மை உறுப்புகளான எலும்பு, மூளை, கல்லீரல் போன்றவற்றிற்கும் பரவக்கூடும்.

பித்தப்பைப் புற்றுநோயின் அறிகுறிகளும், ஆய்வு முடிவுகளும் தெளிவாக இராமை, எளிதில் பேரிடர் தரும் நோயாக விளங்குதல், அரிதாக நோய் ஏற்படல் போன்ற காரணங்களால் பெரும்பாலும் அறுவைக்கு முன் இந்நோயை அறிதல் மிகக் கடினமாக உள்ளது. பெரும்பாலும் நோயாளிகள், உடல் எடையிழப்பு, மஞ்சள் காமாலை, பசியின்மை, வல மேல் வயிற்றில் வலி, தொடுவலி போன்ற அறிகுறிகளுடன் காணப்படுவர். குறிப்பாகப் பேரிளம் பெண்கள், பித்த உறுப்புச் செயல்பாடுகளில் திடீர் மாற்றம், வல மேல் உதரத்தில் புடைப்பு, கல்லீரல் வீக்கம், எடையிழப்பு, குருதிச் சோகை போன்றவற்றால் துன்புறுவர். நோயின் நிலை, நோய் கண்டுள்ள இடம், நோயின் பரப்பு, நோயினால் ஏற்பட்டுள்ள சிக்கல்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நோயின் அறிகுறிகளும் பல வகையாக அமையும்.



பித்தப்பைப் புற்று  
(Carcinoma of gall bladder)

புற்றுக்கழலை தோன்றிய பித்தப்பை, துளைத்தலுக்கு உட்பட்டு உதரவுறை அழற்சியையோ, புற்றுக்கழலை வளர்ச்சியுற்றுக் குடலை அழுத்துவதால் குடல் அடைப்பையோ, புற்றுக்கழலையில் குருதி ஒழுக்கு ஏற்பட்டு அது இரைப்பைப் புண்ணிலிருந்து ஏற்படும் குருதி ஒழுக்கு போன்ற தோற்றத்தையோ, நோய் முற்றிய நிலையில் கல்லீரலைத் தாக்கிக் கல்லீரல் செயலிழப்பையோ ஏற்படுத்த வல்லது.

பித்தப்பைப் புற்றுநோய் குணமாகும் வாய்ப்பு மிக மிகக் குறைவாகும். இந்நோய் கண்ட 88% பேர் முதல்



ஒராண்டிற்குள் இறக்க நேரிடுகிறது. 4 % நோயாளிகளே ஐந்தாண்டுகள் உயிர் வாழ்கின்றனர். இவர்களும் வேறு காரணத்திற்காகப் பித்தப்பை நீக்க அறுவைக்கு உட்பட்டோராக இருப்பர். பின்னர், நோயியல் வல்லுநரின் திக ஆய்வின் போது புற்றுநோய் பாதிப்பை அவர்கள் அறிந்திருக்கலாம்.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். D.C.Sabiston, *Text Book of Surgery*, Thirteenth Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1986.

## பித்தாகரஸ்

கி.மு.6 ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த கிரேக்க தத்துவமேதை (philosopher) பித்தாகரஸ், சமோஸ் என்னும் ஒரு சிறு தீவில் பிறந்து வளர்ந்தாலும், தம் 50 ஆம் வயதில் தென் இத்தாலிய நாட்டில் உள்ள கிரோடோன் என்னும் நகரில் பிற்காலத்தைக் கழித்தார். கிரோடோன் நகரை, மதச்சார்புடைய ஒரு கழகத்தின் ஆட்சியின் கீழ் சிலகாலம் செயல்படுமாறு செய்தார்.



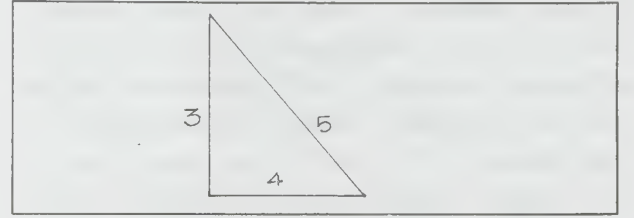
மதப்பற்று நிறைந்த இவர் கணிதவியலில் ஈடுபட்டார், வரைகணிதத்தில் ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தில் செங்கோணத்திற்கு எதிரேயுள்ள கர்ணத்தின் மேல் அமையும் சதுரத்தின் பரப்பு ஏனைய இரு பக்கங்களின் மேல் அமையும் சதுரங்களின் பரப்புகளின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும் என ஒரு தேற்றத்தை நிறுவினார். மேலும், ஒரு முக்கோணத்தின் உட்கோணங்களின் கூடுதல் 180 க்குச் சமமாகும் என்பது இவர் நிறுவியதாகும். வானியலில், பேரண்டம் (universe) ஒரு கோளம் என்றும், இதில் உள்ள கோள்கள் சுற்றுகின்றன என்றும்

ஃபிதூசியல் உணர் கோள் 399  
குறிப்பிட்டார். இவர் தம் சீடர்களை மதம் தொடர்பான பணியில் ஈடுபடுத்தினார்.

பங்கஜம் கணேசன்

## பித்தாகரஸ் தேற்றம்

பித்தாகரஸ் என்னும் கணிதவியலார், “ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தில், செங்கோணத்தின் எதிரேயுள்ள கர்ணத்தின் (hypotenuse) வர்க்கம், மற்ற இரு பக்கங்களின் வர்க்கங்களின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்” என ஒரு தேற்றத்தை நிறுவினார். எனவே இத்தேற்றம், பித்தாகரஸ் தேற்றம் (pythagoras theorem) எனப்படுகிறது.



இத்தேற்றம் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தேற்றத்திற்கு தொடர்புடைய எண்கள் (3,4,5) பித்தாகரஸ் எண்கள் (pythagoras numbers) எனப்படுகின்றன.

மேலும் பித்தாகரஸ், “ஒரு முக்கோணத்தின் ஏதேனும் ஒரு பக்கத்தின் வர்க்கம் மற்ற இரு பக்கங்களின் வர்க்கங்களின் கூடுதலிலிருந்து இப்பக்கங்கள் ஏற்படுத்தும் கொசைன் கோணத்தின் இருமடங்கைக் கழிப்பதற்கு சமமாகும்” என்னும் தேற்றத்தையும் நிறுவினார். இத்தேற்றம் சாய்வு முக்கோணத்திற்கான (oblique triangle) பித்தாகரஸ் தேற்றம் அல்லது கொசைன் விதி (law of cosine) எனப்படுகிறது.

பெ. துரைசாமி

## ஃபிதூசியல் உணர் கோள்

இது ஒரு வகைப் புள்ளியியல் உணர் கோள் (statistical inference) ஆகும். இவ்வுணர் கோள் ரெனால்ட் ஃபிஸ்ஸர் என்பாரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. எனவே இது ஃபிதூசியல் உணர் கோள் (fiducial inference) எனப்படுகிறது.

$f(x, \theta)$  என்பது  $x$  என்னும் புள்ளியியல் அளவை (statistic) மற்றும்  $\theta$  என்னும் தன்னளவைப் (parameter) பொறுத்த நிகழ்வெண் பரவல் (frequency distribution) ஆகும். நிகழ்தகவு (probability) அடிப்படையில்  $x$  இன் பரவலை  $\theta$  இன் நிலையான மதிப்பைக் கொண்டு கண்டறியலாம். ஒவ்வொரு மாதிரிக்கும்  $x$  இன் மதிப்பு மாறுபடுகிறது. ஃபிதூசியல் கொள்கை குறிப்பிட்ட  $x$  மதிப்புகளுக்கு அனுமதிக்கப்பட்ட  $\theta$  மதிப்புகளைக் கொடுக்கிறது.

பெ. துரைசாமி

## பிப்பரசின்

இம்மருந்து மனித உடலில் வாழும் ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களை நீக்கப் பயன்படும். பிப்பரசினுக்கு (piperazine) யூரிக் அமிலத்தைக் கரைக்கும் பண்பு இருப்பதாக முதலில் கண்டறியப்பட்டிருந்தது. எனவே இதை முதலில் கீல்வாதம் (gout) என்னும் யூரேட் படிகம் தேங்கும் மூட்டு நோயில் பயன்படுத்தினர். ஆனால், இந்நோய்க்கு இது எதிர்பார்த்த அளவு பயனளிக்கவில்லை. ஃபேயாட் என்பார் 1949 ஆம் ஆண்டில் இம்மருந்து ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களை அழிக்கும் பண்பு கொண்டது என்பதைக் கண்டுபிடித்தார். அதிலிருந்து இதை ஒட்டுண்ணிப்புழு எதிர்மருந்தாகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர்.

இது ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களின் தசைகளைத் தளர்வடையச் செய்வதன் மூலம் நாக்குப்பூச்சி மற்றும் குண்டுசிப் புழுக்களை நகரமுடியாமல் செய்கிறது. பிறகு மனிதனின் குடல் அசைவின்போது புழுக்கள் மலத்தில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு இம்மருந்து புழுவைக் கொல்லாமல் அவற்றை உயிருடன் வெளியேற்றுகிறது. எனவே இம்மருந்தால் புழுக்கள் இறந்து அவை மனித உடலுக்கு நச்சு விளைவிக்கக்கூடிய தீமை இல்லை. வாய் மூலம் தரும்போது, இம்மருந்து மனித இரைப்பையிலும், குடலிலும் மீள எளிதில் உள்ளேற்கப்படுகிறது. இம்மருந்தின் ஒரு பகுதி வளர்சிதை மாற்றமும், எஞ்சிய பகுதி சிறுநீரில் வெளியேற்றமும் பெறுகின்றன.

உருண்டைப் புழுக்களை அழிக்க, நாள் ஒன்றுக்கு 3.5 கிராம் அளவில் ஒரே முறையில் தொடர்ந்து இரண்டு நாட்களுக்குப் பிப்பரசினைக் கொடுக்க வேண்டும். இதைக் கொடுப்பதற்கு முன் பட்டினியாக இருத்தலோ பேதி மருந்து

சேர்த்தலோ தேவையில்லை. குண்டுசிப் புழுக்களை நீக்க இதை நாள் ஒன்றுக்கு 65 மி.கி. வீதம் ஒரு வாரம் தர வேண்டும்.

பிப்பரசின் குறைவான நச்சுத்தன்மையைக் கொண்ட மருந்தாகும். வாந்தி, குமட்டல், மங்கிய பார்வை, தலைவலி, அயர்ச்சி போன்ற பக்கவிளைவுகளை இது ஏற்படுத்தக்கூடும். சில சமயம் வலிப்பும் ஏற்படலாம். எனவே வலிப்பு நோய் உள்ளவர்களுக்கு இம்மருந்தைத் தரக்கூடாது. சிறுநீரக, கல்லீரல் செயல்திறன் குன்றிய நோய் உள்ளவர்களிடத்தில் இதைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

வாய்மூலம் உட்கொள்ள ஏற்ற வகையில் இது பிப்பரசின் ஃபாஸ்பேட் உப்பு வடிவில் 500 மி.கி. மாத்திரையாக ஆண்டிபார் என்னும் வணிகப் பெயரில் விற்பனையாகிறது. குழந்தைகளுக்குத் தர ஏற்ற வகையில் 5 மி.லிட்டரில் 750 மி.கி. பிப்பரசின் கொண்ட இனிப்புக் கரைசலாகவும் (elixir) கிடைக்கிறது.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். B.G.Katzung, *Basic and Clinical Pharmacology*, Lange Medical Publications, Singapore, 1982.

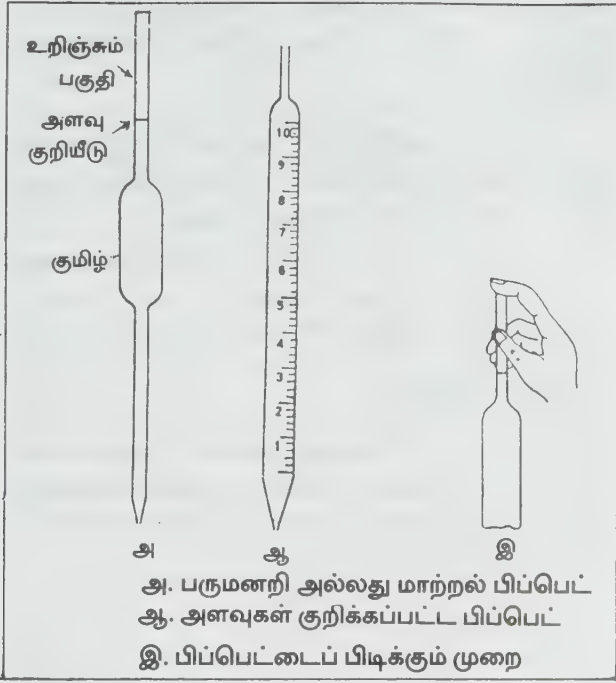
## பிப்பெட்

இது ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவுள்ள நீர்மத்தையோ கரைசலையோ அளந்து எடுக்கப் பயன்படும் கருவியாகும். பிப்பெட் (pipette) கண்ணாடி அல்லது நெகிழியினால் ஆனது. பொதுவாகப் பிப்பெட்டில், பருமனறி அல்லது மாற்றல் பிப்பெட், அளவு குறிக்கப்பெற்ற பிப்பெட் என இரு வகை உண்டு.

பருமனறி பிப்பெட்டில் குமிழுக்கு மேற்பட்ட தண்டிலுள்ள குறியீட்டிற்கு மேல் நீர்மத்தை உறிஞ்சியபின் பிப்பெட்டின் மேல் பகுதியை ஆள்காட்டி விரலால் அடைத்துக்கொண்டு விரலின் அழுத்தத்தை சீராக்குவதன் மூலம் தண்டிலுள்ள நீர்மம் சிறிது சிறிதாகத் கீழே விடப்பட்டு நீர்மத்தின் பிறைத்தளம் பிப்பெட்டிலுள்ள குறியீட்டிற்குத் தொடுகோடாகப் பொருந்துமாறு செய்யப்படுகிறது.

அளவு குறிக்கப்பட்ட பிப்பெட்டும் இதே முறையில் பயன்படுகிறது. ஆனால் இவ்விதப் பிப்பெட்டால் ஒரே பிப்பெட்டை வைத்து ஒரு குறியீட்டிலிருந்து மற்றொரு





அ. பருமனறி அல்லது மாற்றல் பிப்பெட்  
ஆ. அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட பிப்பெட்  
இ. பிப்பெட்டைப் பிடிக்கும் முறை

குறியீடு வரை நீர்மத்தை வடிய விடுவதன் மூலம் வெவ்வேறு அளவு நீர்மங்களை அளந்து எடுக்கலாம். பொதுவாக இவ்வகைப் பிப்பெட் பருமனறி பிப்பெட்டிற்கு இணையாகச் சரியான அளவு நீர்மத்தை எடுக்கப் பயன்படுவதில்லை.

வி.ஜி. வசுதா

## ஃபிபோனசித் தொடர்

0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34..... என்ற எண் தொடரை கவனித்தால் எந்த ஒரு உறுப்பும் முந்தைய ஈர் உறுப்புகளின் கூட்டுத்தொகைக்கு சமமாக இருக்கிறது. இத்தொடர் கணிப்பொறியியலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. எனவே இது ஃபிபோனசி தொடர் (fibonacci sequence) எனப்படுகிறது. இத்தகைய சிறப்பு மிக்க தொடர் 1202ஆம் ஆண்டு ஃபிபோனசி என்ற கணக்கியல் நிபுனரால் உருவாக்கப்பட்டது. இத்தொடரில்

$$F_0 = 0, F_1 = 1, F_{n+1} = F_n + F_{n-1}, F_n + n \geq 1 \text{ ஆகும்.}$$

இத்தொடரின் உறுப்புகளின் சிறப்பியல்புகள் வருமாறு

$$(1) \phi^{n-2} \leq F_n \leq \phi^{n-1} - 1;$$

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$(2) F_{n+1} F_{n-1} - F_n^2 = (-1)^n$$

(3) ஒவ்வொரு மூன்றாம் உறுப்பும் இரட்டை படை எண்ணாகவும், ஒவ்வொரு நான்காம் உறுப்பும் 3ன் மடங்காகவும், ஒவ்வொரு ஐந்தாம் உறுப்பும் 5ன் மடங்காகவும் உள்ளது.

(4) ஒரு எண்  $F_m, F_n$  இரண்டையும் வகுக்க வேண்டுமாயின் அந்த எண்  $F_0$  வகுத்தல் வேண்டும்.

(5) ஃபிபோனசி தொடரின் உருவாக்கி சார்பு வருமாறு

$$G(z) = \frac{Z}{1-Z-Z^2} = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[ \frac{1}{1-\phi Z} - \frac{1}{1-\hat{\phi} Z} \right]$$

$$F_n = \frac{\phi^n - \hat{\phi}^n}{\sqrt{5}}$$

$$F_n \rightarrow \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$\text{இங்கு } \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

என்ற எண்ணை கோல்டன் பிரிவு (Golden Section) என்று கூறுவர்.

என். எத்திராஜுலு

## ஃபிபோனசி, லியோனார்டோ

இவர் இத்தாலி நாட்டுக் கணிதவியலார் ஆவார். இவர் 1170இல் பிஸ்ஸா எண்ணுமிடத்தில் பிறந்தார். லியோனார்டோ பிபோனசி (Leonardo Fibonacci) தம் நடுத்தர வயதில் மிகச் சிறந்த ஐரோப்பியக் கணிதவியலாராகத் திகழ்ந்தார். இவர் பிஸ்ஸா எண்ணுமிடத்தில் பிறந்தமையால் பிஸ்ஸாவின் லியோனார்டோ எனக் (Leonardo of Pisa) குறிக்கப்பட்டார்.

பிபோனசி தம் இளைமைப் பருவத்தில் புஜாயாவிலுள்ள பிஸ்ஸான் குடியிருப்பில் தம் தந்தையாருடன் வசித்து வந்தார். அங்கு இவர் தம் கணிதவியல் படிப்பைத் தொடங்கினார். பின்னர் இவர் ஒரு வணிகராக விளங்கியமையால் குறிப்பிடத்தக்க நடுநிலக்கடல் வணிக மையங்களுக்குச்

சென்று அங்கு கிரேக்க மற்றும் அரேபியக் கணிதத்தைப் பற்றிய ஆழந்த அறிவைப் பெற்றார்.

'Liber abaci' என்னும் நூல் இவருடைய மிகச் சிறந்த படைப்பாகும். இந்நூல் அரேபிய எண்முறை, கணக்கீட்டு முறை ஆகியவற்றைத் தெளிவாக விளங்குகிறது. குறை எண், டையோ, ஃபாண்டன் சமன்பாடு, முப்படிச் சமன்பாட்டின் தோராயத் தீர்வு, விகிதமுறா மூலங்களின் எண் கணிதம்,  $\pi$  இன் தோராய மதிப்பு, சைனிஸ் மீதிக் கணக்கு என்பன இவருடைய பிற ஆய்வுகள் ஆகும். இவர் 1240 இல் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பிம்ப மாற்றியம்

1815ஆம் ஆண்டில் பையோட் என்னும் அறிவியலார் சர்க்கரை, கற்பூரம், டர்பென்டைன், டார்டாரிக் அமிலம் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள் அதன் நீர்ம நிலையிலும், கரைசலிலும் தள முனைவு கொண்ட ஒளியைச் சுழற்றுகின்றன எனக் கண்டறிந்தார். இம்மூலக்கூறுகள் சீர்மையற்ற தன்மையைக் கொண்டுள்ளமையால் இவ்வாறு நிகழ்கிறது எனக் குறிப்பிட்டார். 1874ஆம் ஆண்டில் வாண்ட்ஹாஃப், லெபல் போன்ற அறிவியலார் இத்தகுச் சேர்மங்களை ஆராய்ந்து ஒரு கொள்கையை அளித்தனர். இக்கொள்கையின்படி, கார்பன் அணுவின் நான்கு இணைதிறன்களும் நான்முகியின் நான்கு மூலைகளின் திசைகளை நோக்கி இருக்கின்றன என்றும், கார்பன் அணு அவற்றின் மையத்தில் உள்ளது என்றும் அறியப்பட்டது. நான்முகியின் வடிவான கார்பனின் நான்கு இணைதிறன்களுடன் நான்கு வெவ்வேறான தொகுதிகள் (a, b, d, e) இணைந்திருந்தால் (சேர்மம் a, b, d, e ஒரு

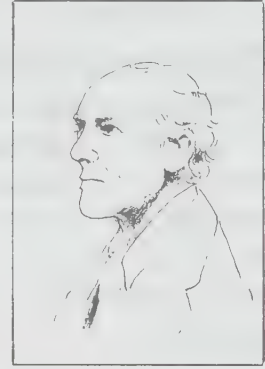
சீர்மையற்ற கார்பன் அணுவைக் கொண்டிருந்தால்) இரண்டு புறவெளி உருவ அமைப்புகளில் பின்வருமாறு அமைந்திருக்கும்.

பொருளை அதன் ஆடி பிம்பத்தின் மேற்பொருத்த இயலாது. இத்தகைய பொருள் - ஆடி பிம்பத் தொடர்பு பிம்ப மாற்றியம் (enantiomer) எனப்படுகிறது.

வி. வீரைய்யன்

## பியர்சன், கார்ல்

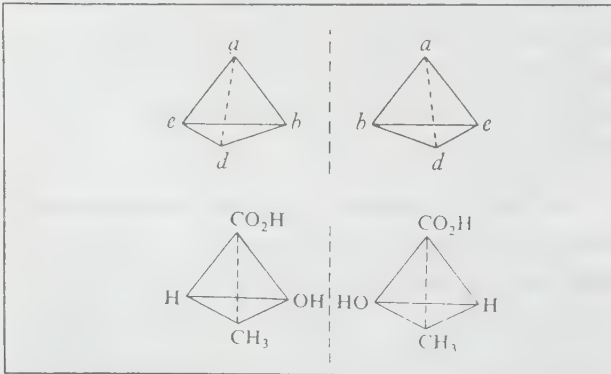
இவர் சிறந்த ஆங்கிலக் கணிதவியலார் ஆவார். கார்ல் பியர்சன் (Karl Pearson) 1857ஆம் ஆண்டு லண்டனில் பிறந்தார். இவர் புதுமை புள்ளியியல் (modern statistics) கண்டுபிடிப்பாளர்களில் ஒருவராவார்.



பியர்சன், கார்ல்

இவர் பல துறைகளில் சிறந்து விளங்கினார். 1881இல் பியர்சன் வழக்குரைஞர் பயிற்சியைத் தொடங்கினார். பின்னர் அரசியலில் ஈடுபட்டிருந்தபோது 1880இல் "New Werther" என்னும் நூலையும் 1882இல் "Trinity" என்னும் நூலையும் வெளியிட்டார். 1884இல் இவர் லண்டனிலுள்ள பல்கலைக்கழகக் கல்லூரியில் கணிதவியல் மற்றும் விசையியல் துறையின் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். அங்கு இவர் 1933இல் ஓய்வு பெறும் வரை பணியாற்றினார்.

1892இல் பியர்சன் 'அறிவியலின் இலக்கணம்' என்னும் நூலை வெளியிட்டார். இந்நூல் அறிவியலின் தத்துவத்தைத் தெளிவாக விளக்குகிறது. பிரான்சிஸ் கால்டன் மற்றும் இவருடைய நெருங்கிய நண்பரான வால்டர், எஸ்.ஆர்.வெல்டன் ஆகியோரின் படிமலர்ச்சியியல்





கட்டுரைகளால் தூண்டப்பட்டுப் பியர்சன் உயிரியல் சிக்கல்களான பரம்பரியம், படிமலர்ச்சி ஆகியவற்றிற்குப் புள்ளியியலைக் கொண்டு தீர்வு கண்டார். புள்ளியியலின் பயன்பாட்டிற்குச் சில அடிப்படை முறைகளை மேம்படுத்தினார். 1893 - 1912 இல் இவர் எழுதிய 18 ஆய்வுக் கட்டுரைகளையும் உள்ளடக்கிய 'பரிமாணக் கோட்டில் கணிதத்தின் பங்கு' என்னும் நூலை வெளியிட்டார். இந்நூல் புள்ளியியலில் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த கை வர்க்க ஆய்வு (chi square test) போன்ற ஆய்வுக் கட்டுரைகளை உள்ளடக்கியதாகும். கால்டன், வெல்டன் ஆகியோருடன் இணைந்து "Biometrika" என்னும் புள்ளியியல் இதழைத் தொடங்கினார். 1925 - 1936இல் "The Annual of Eugenics"இன் பதிப்பாசிரியராகப் பணியாற்றினார்.

புள்ளியியலில் மற்றும் உயிரியல் அட்டவணைகள் (1914); முடிவுறாக் காமாச் சார்பின் அட்டவணைகள் (1922); முடிவுறாப் பீட்டாச் சார்பின் அட்டவணைகள் (1934); ஆகியன பியர்சனின் பிற ஆய்வு வெளியீடுகள் ஆகும். இவர் 1936ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் 27ஆம் நாள் லண்டனில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## ஃபியர்டு

ஃபிஜோர்டு என்றும் வழங்கப்படும் இது பொதுவாக, பனியாறு கொண்ட ஒரு பள்ளத்தாக்கில் கடலை நோக்கிய அதன் நகர்வால் இறுதியில், அது கடலை அடைந்ததும் கடல் நீர் நிலப்பகுதியின் நீண்ட தொலைவிற்கு உள்ளே வெள்ளமாகப் பாய்ந்து உருவாவதாகும். மலைகளின் இடையே உள்ளமையால், இது ஆழமாகவும், நீண்டும், குறுகியும் பள்ளத்தாக்கின் அமைப்பிற்கு ஏற்ப ஆங்காங்கே வளைந்தும் இருக்கும். நீர்மட்டம் கடல் முகப்பில் ஆழம் குறைவாகவும், உட்பகுதிகளில், பனியாற்றின் நகர்வால் ஏற்பட்ட நில அரிப்பின் காரணமாக அவ்விடங்களில் ஆழம் மிகுந்தும் இருக்கும். பனியாற்றின் நகர்வால் ஏற்படும் நில அரிப்பை எதிர்க்கக்கூடிய கடினப்பாறைகள் வரை நீர் செல்வதால் பெரும்பாலும் ஒரு ஃபியர்டின் இருமருங்கிலும் உள்ள மலைப்பாறைகளாலான கரைகள் மிகவும் செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும். மேலும் உட்பகுதிகளில் நீரில் மூழ்கிய பள்ளத்தாக்கின் அடிமட்டம் கடல் அடிமட்டத்திற்கு மிகத் தாழ்வாக இருப்பதும் உண்டு.

அ.க.15-26அ

ஒரு ஃபியர்டின் அமைப்பே, அது கடலைநோக்கி நகர்ந்து சென்ற ஒரு பனியாற்றினால் உருவாகியது என எளிதாகக் காட்டும் வகையில் அமைந்திருக்கும். மீபருமன் கொண்ட பனியாறுகள் பள்ளத்தாக்கில் சரிந்து செல்லுகையில், பள்ளத்தாக்கை ஆழமாக அரித்துக் கொண்டே சென்று கடலை அடைகின்றன. கடலை அடைந்தபின் பனிக்கட்டி உருகியதும் கடல்நீர் அவ்வழியே விரைந்து நிலத்தில் புகுந்து ஃபியர்டை உருவாக்குகிறது. உள் நிலப்பகுதியில் பனியாற்றின் நில அரிப்புத்திறன் கூடுதலாகவும், செம்மையாக இருப்பதாலும் கடலை அடையும்போது அதன் சரிவு வேகம் குறைந்து அரிப்புத் திறன் குறைவதாலும், உட்பகுதிகளில் ஃபியர்டின் நீர்மட்டம் ஆழமுள்ளதாகவும், கடல் முகத்தில் ஆழம் குறைந்தும் இருக்கும். ஆழம் மிகுந்த உள்ளீட்டுப் பகுதிகளில் நீர் தேங்குவதால், அவ்விடங்களின் அடித்தளத்தில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைட் செறிந்த கரிம வண்டல் படிந்திருக்கும்.

ஆழம் நிறைந்த பெருவாரியான ஃபியர்டுகளில் மேற்புறத்தில் உள்ள நீர், கடல்நீருடன் சுழற்சி உள்ள நிலையில் சில மீட்டர் கனமுள்ள ஒரு தளமாகவும், அடியில் மிகுதியும் தேக்க நிலையிலுள்ள பழமை வாய்ந்த நீர்த்தளமாகவும் இருக்கும். இந்நிலையில் அடித்தளத்தில் தேங்கியுள்ள நீரில் ஆக்சிஜன் காலப்போக்கில் குறைந்து கொண்டே வருவதால் அது குறை ஆக்சிஜன் நீர் (anoxic) எனப்படும். இதில் பாக்கிரியாவைத் தவிரப் பிற உயிரிகள் வாழ முடியாது. மேல் கீழ்த்தள நீர் சுழற்சி வயப்பட்டுப் பெரும் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது இவற்றில் உள்ள உயிர் அணுக்கள் யாவும் அழிவுறும். அதன் பின்னர் நாளடைவில் முன்போல் முறையாக மீண்டும் அடித்தளத்தில் ஆக்சிஜன் படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டு வரும்.

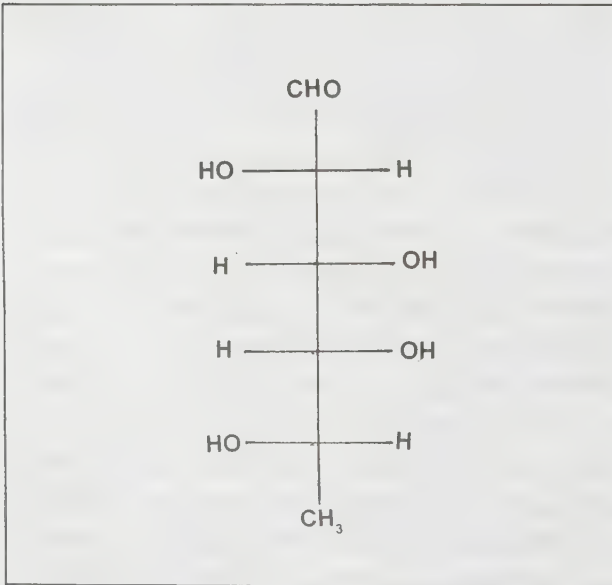
ஃபியர்டுகள் பொதுவாகக் குறுக்குவெட்டில் 'U' வடிவம் பெற்றிருக்கும். இருமருங்கிலும் உள்ள கரைகள் செங்குத்தான பாறைகளாக இருப்பதால் ஃபியர்டை அடையும் ஆறுகள் மிக உயரமான நீர்வீழ்ச்சிகளை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும் பள்ளத்தாக்கின் அமைப்பைப் பொருத்து ஒரு ஃபியர்டுக்கு ஆங்காங்கே கால்வாய்கள் போன்ற அமைப்பிருக்கும். இவை வளைந்திருக்கும் இயல்புடையவை. மலைகளை அடையும் இவற்றின் தலைப்பில் ஒரு சிறு பனியாறு இருப்பதும் உண்டு. நதி பாய்ந்து வரும் பள்ளத்தாக்குகளில் தலைப்பில் பனிக்கட்டி உருகியபின் ஆறு அங்கு ஒரு வளமிக்க முகப்பினை (delta) உருவாக்கியிருக்கும். இதனைச் சார்ந்த இடங்கள் மட்டுமே மானிட உறைவிடங்களாகக் காணப்படும். வியப் பளிக்கு

வகையில் மிகு ஆழம் கொண்ட ஃபியர்டுகளில் நார்வேயில் உள்ள சாகனி பியர்டு (ஆழம் 1234மீ.), சிலி நாட்டிலுள்ள மெஸ்ஸியர் கால்வாய் (ஆழம் 1270 மீ.), உலகிலேயே அதிக ஆழம் கொண்ட (1933 மீ.) அண்டார்டிகா தீவுக் கண்டத்தில், ஃஸ்கெல்டன் என்னுமிடத்தில் உள்ள ஃபியர்டு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

எம். எஸ். கோவிந்தசாமி

## L - ஃபியூகோஸ்

இது ஒரு மெத்தில் பென்டோஸ் சர்க்கரை. இதற்கு 6-டிஆக்சி - L - கேலக்டோஸ், L - கேலக்டோ மெத்திலோஸ், L - ரோடியோஸ், L - ஃபியூகோ பைரனோஸ் ஆகிய பிற பெயர்களும் உண்டு. சிலவகை அல்கேக்களிலும் (கடற்களை - seaweed) குறிப்பாக லேமினேரியா டிஜிட்டேட்டாவிலும் (laminaria digitata) பலவகைக் கோந்துப் பொருளிலும் L - ஃபியூக்கோஸ் (L - fucose) முதன்மைக் கூறாக அமைந்துள்ளது. மனித மற்றும் விலங்கினங்களின் குருதியில் காணப்படும் பாலி சர்க்கரைகளிலும் L - ஃபியூகோஸ் இருப்பது அறியப்பட்டுள்ளது. சிலவகைப் பாக்டீரியா பாலிசர்க்கரைடுகளின் கூறாகவும் விளங்குகிறது. L-ஃபியூகோசின் உருகுநிலை 145°C; ஒளிசுழற்சித்திறன்  $((\alpha)_D) -152.6^\circ$ ; நீரில் மாற்று சுழற்சி அளவு  $-76.0^\circ$ . L - ஃபியூகோஸ் சர்க்கரையின் வேதி அமைப்பு பின்வருமாறு அமைந்துள்ளது.



இதனைத் தயாரிக்கப் பின்வரும் வழிமுறையைப் பயன்படுத்தலாம். L - ஃபியூகோஸ் கொண்டிருக்கும் அல்கேயை அமிலத்தால் நீராற்பகுத்துப் பின்னர் அதனை நடுநிலையாக்கி நீரில் கரையா ஃபீனைல் ஹைட்ரேசோன் பொருளாகப் பிரித்தெடுக்கலாம். இந்த ஹைட்ரேசோன் பெறுதியிலிருந்து ஹைட்ரஜன் தொகுதிகளை வெளியேற்ற அதனுடன் பென்சால்டிஹைடை வினைப்படுத்த தனித்த L-ஃபியூகோஸ் சர்க்கரை கிடைக்கிறது.

இதன் மற்றொரு வடிவச் சர்க்கரையான (anomer) D-ஃபியூகோஸ், அரிதாகச் சில வகைக் கிளைக்கோடுகளின் நீராற்பகுப்புப் பொருள்களில் (hydrolytic products) காணப்படுகிறது.

த. தெய்வீகன்

## பியூஃபோர்ட் கடல்

இது அலாஸ்காவிற்கும், கனடாவின் வடபகுதிக்கும் இடையிலுள்ள ஆர்க்டிக் கடலின் ஒரு பகுதியாகும். சர் பிரான்சிஸ் பியூஃபோர்ட் எனும் ஆங்கிலேயத் தளபதியின் பெயரால் அழைக்கப்படும் இக்கடலிற்கு இயற்கை எல்லைகள் கிடையா. பியூபோர்ட் கடல் (beufort) ஏறத்தாழ 4,76,000 ச.கி.மீ. பரப்பும், 987.9 மீ. ஆழமும் 4608.0 மீ. உச்ச ஆழமும் கொண்டது. இக்கடலில் ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் தவிர ஏனைய மாதங்களில் பனி உறைந்து காணப்படும்.

இக்கடலின் மேற்பரப்பு நீர்  $(-1.4)^\circ\text{C}$  -  $(-1.8)^\circ\text{C}$  வரை குளிர்ந்து காணப்படுகிறது. இதன் உவர்ப்பியம் 28% - 32% வரையில் உள்ளது. ஏறத்தாழ 900.0 மீ. ஆழத்தில் இதன் வெப்பம்  $-0.4^\circ\text{C}$  முதல்  $-0.8^\circ\text{C}$  ஆகவும் சராசரி உவர்ப்பியம் 34.9% ஆகவும் அமையும்.

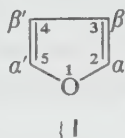
இக்கடலில் ஏறத்தாழ 3940 மீ. ஆழமுள்ள அகழி காணப்படுகிறது. பல தீவுகளை உள்ளடக்கிய இக்கடலில் கால்வில், மக்கென்சி, அண்டர்சன் ஆகிய குறிப்பிடத்தக்க ஆறுகள் கலக்கின்றன. இக்கடற்பகுதியில் மீன்வளம் குறைவு. இக்கடலின் படிவுகளில் சிறிதளவு ஹார்பிளெண்ட், இரும்பு ஆக்சைடு போன்ற கனிவளங்கள் காணப்படுகின்றன.

ம.சு. மோகன்



## ஃபியூரான்

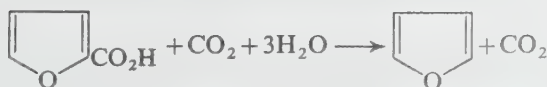
நான்கு கார்பன் அணுக்களையும் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவையும் இரு நிறைவுறாப் பிணைப்புகளையும் கொண்ட வேற்றணு வளையச் சேர்மங்களுள் (heterocyclic compounds) ஒன்று ஃபியூரான் (furan) ஆகும். இதன் அமைப்பு படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. 18ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலேயே, ஃபியூரான், அதன் பெறுதிகள் (derivatives) குறித்த ஆய்வுகள் நடைபெற்றன. ஃபியூரான் பெறுதியான 2-ஃபியூராயிக் அமிலம் (IV) 1780ஆம் ஆண்டு கே.டபிள்யூ. ஷீல் என்பாரால் முதன்முதலில் தயாரிக்கப்பட்டது.



ஃபியூராணை, முயூசிக் அமிலம் (II), ஃபர்ஃபியூரல் (III) (furfural) ஆகியவற்றிலிருந்து தயாரிக்கலாம்.



II



IV

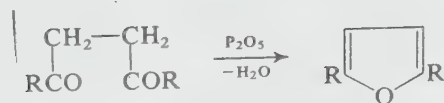


III

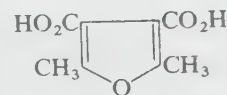
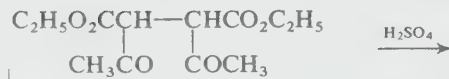
அசெட்டோனில் அசெட்டோன் (V), டை அராயில் எத்தீன் (VI) ஆகியவற்றிலிருந்து, ஃபியூரான் பெறுதிகளைத் தயாரிக்கலாம்.

ஃபியூரான் நிறமற்ற நீர்மம்; இதன் கொதிநிலை  $31.4^\circ\text{C}$ ; நீரில் கரையாது; ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் கரையவல்லது. ஒரு டையீனைப் போல், மலியிக் நீரிலியுடன் (VII) எளிதில் வினைபுரிகிறது. (உலர்-ஆல்டர் வினை).

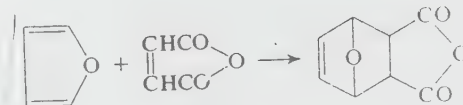
எலெக்ட்ராணை ஈர்க்கும் தொகுதிகளைக் ( $-\text{CO}, \text{NO}_2$ ) கொண்டுள்ள, ஃபியூரான் பெறுதிகள், டையீன் பண்பை இழக்கின்றன. இதனாலேயே, ஃபர்ஃபியூரல், நைட்ரோ



V



VI

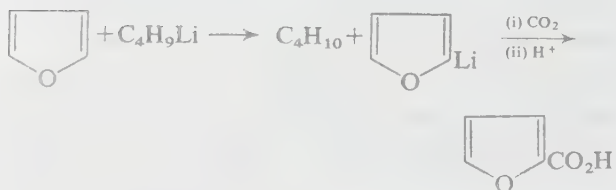
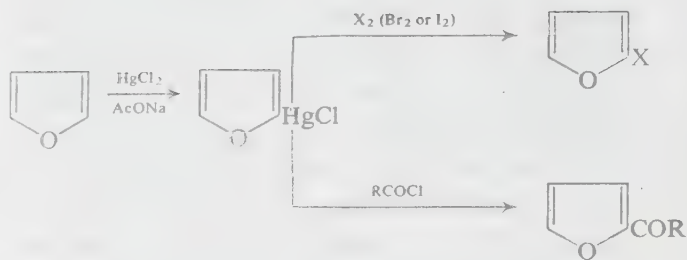
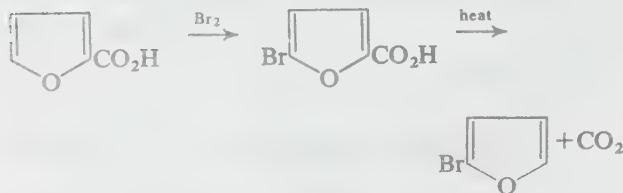
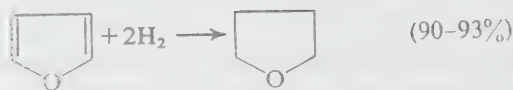


VII

ஃபியூரான் ஆகியவை மலியிக் நீரிலியுடன் உலர்-ஆல்டர் வினைபுரிவதில்லை. ரானே-நிக்கல் முன்னிலையில், ஹைட்ரஜனுடன் வினைப்பட்டு ஃபியூரான், டெட்ரா ஹைட்ரோ ஃபியூராணைத் (VIII) (THF) தருகிறது.

ஃபியூரானில், 2(5)ஆம் இடத்தில், எலெக்ட்ரான் அடர்வு மிகுதி. எனவே நைட்ரோ ஏற்றம் (nitration), சல்ஃபோனிக் தொகுதி ஏற்றம் (sulphonation) போன்ற எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினைகள், 2(5)ஆம் இடத்தில் நிகழ்கின்றன. ஃபியூரான், ஒளியால் நடைபெறும் வினைகளிலும் (photo chemical reactions) பங்கு கொள்கிறது.

ஃபியூரானுடன், அசெட்டோன், குறுக்கமடைந்து (condensation) ஆக்டாமெத்தில் டெட்ரா ஆக்சா குவாட்டரீனைத் தருகிறது. ஒரு மரக்குச்சியை, ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் தோய்த்து, ஃபியூரான் ஆவியில் காட்டினால், குச்சியின் மீது பச்சை நிறம் தோன்றுகிறது.



அனிலின் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் ஆகியவற்றுடன் இணைந்து ஃபியூரான் சிவப்பு நிறத்தை தருகிறது.

ஃபியூரானும், அதன் பெறுதிகளான ஃபர்ஃபியூரால், ஃபர்ஃபியூரில் ஆல்கஹால் முதலியவையும் பலவகைகளில் பயன்படுகின்றன. டெட்ரா-ஹைட்ரோ ஃபியூரான் சிறந்த கரைப்பானாகும். இதிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் ஹெக்சாமெதிலீன் டையமீன் (IX) அடிபிக் அமிலத்துடன் வினைப்பட்டு, நைலானைத் தருகிறது.

பாலி இமிடேசோல் என்னும் பல்லுறுப்பி 400°C வெப்பநிலையையும் தாங்கவல்லது. டைபென்சோ ஃபியூரான் மருந்துப் பொருள், சாயங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. 5-ஹைட்ரோ ஃபியூரானும், அதன் பெறுதிகளும் (ஃபியூராசின்) பாக்ஃபிரியாவைக் கொல்லும் தன்மையுடையவை. ஃபர்ஃபியூரில் ஆல்கஹால் அரிப்பை எதிர்க்கவல்ல சிமெண்ட் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஃபர்ஃபியூரால் தொழில் துறையில் சிறந்த கரைப்பானாகவும், பேக்லைட் என்னும் ரெசினைத் தயாரிக்கவும் தோல், மரம் ஆகியவற்றைப் பாதுகாக்கவும், நெய்யின் தூய்மையைக் கண்டறியவும், தாவர எண்ணெய் அல்லது

பெட்ரோலியம் இவற்றிலிருந்து நிறைவுறாச் சேர்மங்களைப் பெறுவதற்கும் பயன்படுகிறது.

பல ஃபியூரான் சேர்மங்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. ஃபியூரான், 2-மெத்தில் ஃபியூரான் ஆகியவை மர எண்ணெயில் உள்ளன. ஃபர்ஃபியூரில் மெர்கேப்டன் வறுக்கப்பட்ட காஃபியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் எண்ணெயில் உள்ளது.

ஃபியூரான், பிற ஃபியூரான் பெறுதிகளை விட மிகவும் நச்சுத்தன்மை உடையது. எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது. எலிக்கு 300 மி.கிராம்/கி.கி. அளவு மரணத்தை விளைவிக்கும். ஒரு மில்லியனில் பத்துப் பகுதிக்கு மேல் ஃபியூரான், மனித உடலில் இருந்தால் உடலுக்கு ஊறு விளைவிக்கும். புகையிலைப் புகையில் ஃபியூரான் உள்ளது. இதனால் நுரையீரலுக்கு ஏற்படும் தீங்குகள் பற்றி ஆய்வுகள் நிகழ்கின்றன.

எஸ். ராஜேந்திரன்

துணைநூல். P.Bosshard and C.H.Eugster,

*The Development of the Chemistry of Furans; Advances in Hetero cyclic Chemistry*; 1,378, Academic Press, New York, 1966; A.P. Dunlop and F.N.Peters, *The Furans Reinhold*, New York, 1953; A.Weissberger (Edr), *The Chemistry of Hetero cyclic Compounds*, Vols.1-29, Wiley (Inter science), New York, 1975.

## பியூட்டனால்

ஆல்கஹால் வகையைச் சேர்ந்த ஒரு கரிமச் சேர்மமான இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  ஆகும். பியூட்டானாலில் நான்கு மாற்றியங்கள் உள்ளன. அவை வருமாறு:

அட்டவணை: பார்க்க அடுத்த பக்கம்.

இவற்றுள் ஓரினையப் பியூட்டைல் ஆல்கஹால் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. உயர்வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் புரோப்பிலீன் வளிமம், கார்பன், மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றைக் கோபால்ட் கார்போனைல் ஹைட்ரைடு என்னும் வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் வினைபுரியச் செய்யும் போது பியூட்டனால்பிடிக்கப்பட்டு என்னும் சேர்மம் கிடைக்கிறது. இதனைப் பின்னர் ஒடுக்கும் போது ஓரினையப் பியூட்டனாலும் ஐசோபியூட்டனாலும் கிடைக்கின்றன. இவற்றைக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரித்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.

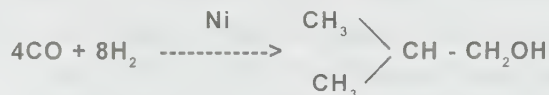


பெயர்	வாய்பாடு	கொதிநிலை
1. ஓரிணையப் பியூட்டைல் ஆல்கஹால் அல்லது பியூட்டேன்-1-ஆல்	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$117^\circ\text{C}$
2. ஐசோ பியூட்டைல் ஆல்கஹால் அல்லது 2-மெத்தில் புரொப்பேன் 1-ஆல்	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$108^\circ\text{C}$
3. ஈரிணைய பியூட்டைல் ஆல்கஹால் அல்லது பியூட்டேன் -2-ஆல்	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	$100^\circ\text{C}$
4. மூவிணையப் பியூட்டைல் ஆல்கஹால் அல்லது 2-மெத்தில் புரொப்பேன்-2-ஆல்	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$83^\circ\text{C}$

கார்போஹைட்ரேட்டுகளிலிருந்து நொதித்தல் முறையிலும் பியூட்டனாலைத் தயாரிக்கலாம். அமெரிக்காவில் அசெட்டால்டிஹைடிலிருந்து பியூட்டனாலைத் தயாரிக்கின்றனர். அசெட்டால்டிஹைடை சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்படுத்தும் போது ஆல்டால் என்னும் சேர்க்கைப் பொருள் உண்டாகிறது. இதனை வெப்பப்படுத்தினால் குரோட்டனால்டிஹைடு கிடைக்கிறது. இதனை நிக்கல் போன்ற வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் ஒடுக்கினால் n -பியூட்டைல் ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது.

பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைக்கும் 1-பியூட்டி லினைக் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தி நீர் சேர்க்கும் போது ஈரிணைய ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது. ஐசோபியூட்டிலினை மேற்காணுமாறு வினைப்படுத்தும் போது மூவிணையப் பியூட்டைல் ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது.

கார்பன் மோனாக்சைடையும் ஹைட்ரஜனையும் நிக்கல் வினைவேக மாற்றியின் மீது செலுத்தும் போது ஐசோ பியூட்டைல் ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது.



பியூட்டனால் ஒரு நிறமற்ற நீர்மம். இது பியூட்டைல் அசெட்டேட், பியூட்டைல் தாலேட் என்னும் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இவை இரண்டும் பூச்சு (வண்ணங்கள்), மரச்சாயம், மெருகுப்பூச்சு போன்றவற்றைக் கரைக்கும் கரைப்பானாகவும் பயன்படுகின்றன. பியூட்டைல் அசெட்டேட் நறுமணப் பொருளாகவும் பயன்படுகின்றன. ஈரிணையப் பியூட்டைல் ஆல்கஹால், எஸ்டர்கள், பியூட்டனோன் ஆகிய சேர்மங்களைத் தயாரிக்கத் துணைபுரிகிறது. மூவிணையப்

## பியூட்டாடையின்

இது டையின் வகையைச் சேர்ந்த ஒரு கரிமச் சேர்மம். இவ்வகைச் சேர்மங்களில் இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகள் காணப்படும். பியூட்டாடையின் சைக்ளோஹெக்சேனைச் சூடான நிக்கல்-குரோமியம் கம்பியின் வழியாகச் செலுத்தும் போது 1,3-பியூட்டாடையின் உண்டாகிறது.

n-பியூட்டேன் அல்லது 1 பியூட்டேன் ஆவியைச் சூடான குரோமியம் ஆக்சைடு ஊக்கி வழியாகச் செலுத்தும் போது 1,3 பியூட்டாடையின் உண்டாகிறது. 1,3 பியூட்டேன்டைஆல் - நீராவிச் கலவை (4:1) ஏறத்தாழ 540K வெப்பநிலையில் டிரை சோடியம் பாஸ்போரிக் அமிலம் முன்னிலையில் நீர்நீக்கம் அடைந்து 1,3 பியூட்டாடையின் கிடைக்கிறது. இதே போன்று எத்தனால்-அசெட்டால்டிஹைடு கலவை வளிம நிலையில் சூடான ஊக்கி முன்னிலையில் (சிலிக்காக் களி+2% டான்டாலம் ஆக்சைடு) நீர் நீக்கம் அடைந்து 1,3 -பியூட்டாடையின் உண்டாகிறது.

பியூட்டாடையின் குறைந்த கொதிநிலை உடைய வளிமம்; கொதி நிலை 1.4°C. சோடியம் உலோகம் முன்னிலையில் பியூட்டாடையின் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைந்து ரப்பரின் மாற்றுப் பொருளான பூனா சேர்மம் உண்டாகிறது. பியூட்டாடையின் இரட்டைப் பிணைப்பு உடைய சேர்மங்களின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்புக் கொண்ட சேர்மத்தின் பண்புகள் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. எடுத்துக்காட்டாக, இவ்வகை அமைப்புக் கொண்ட சேர்மங்கள் எளிதில் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைகின்றன. சேர்க்கை வினையிலும் தனித்து வினைபுரியும்.

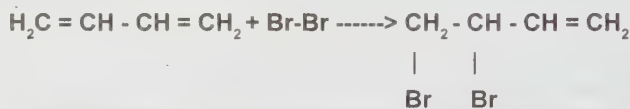
பியூட்டாடையின், ஸ்டைரீன் இரண்டையும் 3:1 என்ற அளவில் கலந்து சோப்புக் கரைசல், வினையூக்கி ஆகியவற்றின் முன்னிலையில் பல்லுறுப்பாக்கம் அடையச்

செய்தால் செயற்கை ரப்பர்ப் பால் (latex) உண்டாகிறது. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் ரப்பர் செயற்கை ரப்பர் அல்லது ஸ்டைரீன் பியூட்டாடையின் (SBR) எனப்படுகிறது.

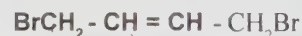
பியூட்டாடையின் பதிலீடு செய்யப்பட்ட (எலெக்ட்ரான் கவர் தொகுதி) அல்கீன்களுடன் வினைபுரிந்து வளையச் சேர்மங்களை உண்டாக்குகிறது. இவ்வினைக்கு டையீல்ஸ் -ஆல்டர் சேர்க்கை வினை என்று பெயர். இதேபோலச் சல்ஃபர் டைஆக்சைடுடன் வினைபுரியும் போது வளையச் சல்ஃபோன்களைத் தருகிறது.

பியூட்டாடையின் 1, 2 சேர்க்கை வினையிலும் 1, 4 சேர்க்கை வினையிலும் ஈடுபடுகிறது. 1, 4-சேர்க்கை வினைக்கு 1899இல் தீலே என்பார் ஒரு விளக்கம் தந்தார். இவர் கொள்கையின் படி இரண்டு கார்பன் அணுக்களை இணைக்க ஒற்றைப் பிணைப்பே போதுமானது. இரட்டைப்பிணைப்பில் ஒற்றைப் பிணைப்பும் இரண்டாம் பிணைப்பில் ஒரு பகுதியும் பிணைப்பிற்குப் பயன்படும். இரட்டைப் பிணைப்பில் எஞ்சியுள்ள இணைதிறன் 1,4-சேர்க்கையை விளக்குவதாகக் கூறினார். வெப்பநிலையைப் பொறுத்தும் 1,2-மற்றும் 1,4-சேர்க்கைகள் மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக 350K-இல் புரோமினுடன் 1,2-சேர்க்கையில் 80% வினைபொருளும் 310 K-இல் 1,2-சேர்க்கையில் 20% வினைபொருளும் உருவாகும்.

1, 2 - சேர்க்கை வினை



1, 4 - சேர்க்கை வினை



குறைந்த வெப்பநிலையில் அயனியாக்கல் குறைவாக இருப்பதால் 1, 2 - சேர்க்கைச் சேர்மம் பெருமளவில் உண்டாகிறது. உயர் வெப்பநிலையில் அயனியாதல் முதன்மை பெறுகிறது. 1,2 சேர்க்கைச் சேர்மம் எளிதில் அயனியாவதால், 1,4-சேர்க்கைச் சேர்மம் சமநிலையில் மிகையளவு காணப்படுகிறது.

சில குறிப்பிட்ட நிலைகளில் அடுத்தடுத்த இரட்டைப் பிணைப்பிச் சேர்மங்களின் தனி உறுப்புச் சேர்க்கை நிகழும். எனினும் 1,2 மற்றும் 1,4 -சேர்க்கைச் சேர்மங்களும் சேர்ந்து உண்டாகும். அடுத்தடுத்த இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்மங்கள் ஒற்றை - இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்மங்களை விட



நிலையானவை. ஆனால் தனி உறுப்புச் சேர்க்கை வினை டையீன்களில் விரைவாக நிகழும்.

அடுத்தடுத்த இரட்டைப் பிணைப்பு டையீன்கள் மற்ற டையீன்களை விட நிலையானவை. இதற்குக் காரணம் அடுத்தடுத்த இரட்டைப் பிணைப்புடைய டையீன்களில் உடனியைவு அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் இடமாற்றம் அடைந்து காணப்படுகின்றன. தற்போது நிலைப்புத் தன்மைக்கான காரணம் பிணைப்பு ஆற்றல்களில் உள்ள மாறுபாடுகள் எனத் தெரிய வந்துள்ளது.

ஜி. கோவிந்தராஜு

துணைநூல். R.T.Morrison and R.N.Boyd, *Study Guide to Organic Chemistry*, Sixth Edition, Prentice-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 1994.

## பியூமிஸ்

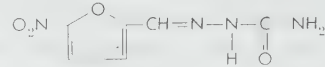
இது துளைகளை உடைய நுரைக்கல் ஆகும். குறைந்த எடையில் சாம்பல் நிறத்தில் காணப்படும் பியூமிசில் (pumice) சிலிக்கா மிகுந்துள்ளது. எரிமலை வெடிப்பின் போது அனற்குழம்பில் சிக்குண்டு காணப்படும் வளிமங்கள் விரிவடைவதால் குழம்பு நுரையுடன் பொங்குகிறது. பின்பு குளிரும் போது பல நுண்ணிய சிறு துளைகளை உடைய நுரைக் கல்லாக மாறுகிறது. உலர்ந்த நுரைக்கல் நீரினைவிட எடை குறைவாக உள்ளமையால் நீரில் மிதக்கிறது. அப்போது துளிகளின் ஊடே நீர் நுழைவதால் எடை மிகுந்து நீரில் மூழ்கிவிடும்.

தூளாக்கப்பட்ட பியூமிஸ் கண்ணாடி, பளிங்குக் கற்கள் மற்றும் பிற பொருள்களில் தேய்ப்புப் பொருளாகவும், மெருகேற்றும் பொருளாகவும் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பற்பொடிகளிலும், தூய்மைப்படுத்தும் பொருள்களிலும் பியூமிஸ் காணப்படுகிறது. இது கட்டடப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. பியூமிஸ் கற்காரை (pumice concrete) எடை குறைவாகவும், பிற கற்காரையை விடச் சிறந்த தடுப்பானாகவும் செயல்படுகிறது.

க. சித்திரா தேவி

## பியூரசின்

இது ஒரு நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்தாகும். இதன் வேறு பெயர் நைட்ரோ ஃபியூரசின் ஆகும். இது கிராம் நேர், கிராம் எதிர் நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கும். ஆனால் சூடோமோனாஸ் நுண்ணுயிரிகளை இது அழிப்பதில்லை. இது 1:10,000-1:20,000 அளவில் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்கிறது. ஆனால் இது போன்று இருமடங்கு அளவில் நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாகப் (bacteriostatic) பயன்படுகிறது.



நைட்ரோ ஃபியூரசின்

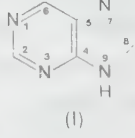
இதைச் சாதாரணமாகத் தோலின் மீது தடவினால் உள்ளுறிஞ்சப்படுவதில்லை; வலியையோ திசு பாதிப்பை யோ ஏற்படுத்துவது இல்லை. இது மேற்பூச்சாகத் தடவவும் களிம்பு மருந்தாக வெட்டுக் காயம் தீப்புண் தோல் பொருந்து மருத்துவம் (skin grafting) ஆகிய நிலைகளிலும் பயன்படுகிறது. இது 0.2% அடர்த்தியில் பசை, நீர்மம், கொழுப்பு, தூள் ஆகியனவாகப் பயன்படுகிறது. கண் சொட்டு மருந்தாகவும், களிம்பாகவும் (oinment) கிடைக்கும். இந்த மருந்து, சில சமயங்களில் வாய் மூலமாகத் தனித்தோ மற்ற மருந்துகளுடன் சேர்ந்தோ டிரிப்பனோசோமியாசில் என்னும் நோயின் போது தரப்படுகிறது.

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். Alfred Goodman Gilman, et.al., *Goodman & Gilman's, The Pharmacological basis of Therapeutics*, Sixth Edition, Macmillan Publishing Co.,Inc., New York,1980.

## பியூரின்

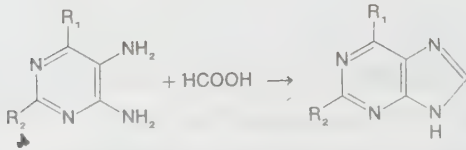
இது ஒரு வேற்றணு வளையச் சேர்மம். பியூரின் (purine) சேர்மம் பிரிமிடின், இமிடசோல் வளையங்கள் இணைந்த அமைப்பைக் கொண்டது.



பியூரின்

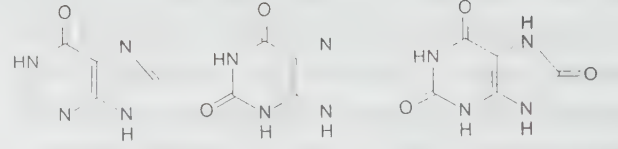
இயற்கையில் பலவகைப்பட்ட பியூரின் பெறுதிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் சில நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் மற்றும் சக நொதிகளின் முக்கியக் கூறாக உள்ளன. இவை மரபு வழி முறைகள் மற்றும் ஆக்கச் சிதைமாற்றங்களில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.

வேதியியல். பொதுவாக, பியூரின்கள் வெண்ணிற திண்மங்களாக உள்ளன; இவை ஈரியல்புத்தன்மை (amphoteric nature) உடையன. எனவே இவை அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவற்றுடன் இணைந்து உப்புகளை உண்டாக்கும்; பியூரின்களில் காணப்படும் ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகள் (conjugated double bonds) அவை அரோமாட்டிக் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கக் காரணமாகின்றன. எனவே இவை ஓரளவு நிலைத்தன்மையையும், புறஊதாக்கதிர் உட்கவரும் ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன. மூல பியூரின் சேர்மத்தைத் தவிரப் பிற பதிலீடு செய்யப்பட்ட பியூரின்கள் நீர் மற்றும் கரிமக் கரைப்பான்களில் குறைவாகக் கரைகின்றன. பியூரின் தயாரிப்புகளில் பல வகை வழிமுறைகள் இருந்த போதிலும் டிராபே (Traube) முறையே சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இம்முறை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.



கிடைப்பு. அடனின், குவானின் போன்ற பியூரின் காரங்கள் (படம் 1) பிரிமிடினினுடன் இணைந்து நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் இன்றியமையாக் கூறாக விளங்குகின்றன. குறைந்த அளவில் சில மெத்திலேற்றப்பட்ட அடனின் மற்றும்

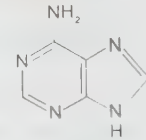
குவானின் பெறுதிகள் சில நியூக்ளியிக் அமிலங்களில் காணப்படுகின்றன. உயிரியல் அமைவுகளால் (biological systems) அடனின், குவானின், ஹைப்போ சாந்தின் (படம் 1) ஆகியன அவற்றின் 9-கிளைக்கோசைடுகளாக இருக்கின்றன. இவற்றில் காணப்படும் சர்க்கரைப் பகுதி ரிபோஸ் அல்லது 2-டிஆக்சிரிபோஸ் ஆகும். அரிதாக வேறு பென்டோஸ் சர்க்கரைகள் காணப்படலாம். இவ்வகைச் சேர்மங்கள் பொதுவாக நியூக்ளியோசைடுகள் என்றும் குறிப்பாக ஐயனோசின் (ஹைப்போசாந்தின் நியூக்ளியோசைடு), அடினோசின் அல்லது குவனோசின் குறிப்பிடப்படும். நியூக்ளியோசைடுகளின் பாஸ்ஃபோரிலேற்றம் (phosphorylated) பெற்றச் சேர்மங்கள் நியூக்ளியோடைடு என்றும் குறிப்பிடப்படும். இவற்றில் குறிப்பாக 5'-பாஸ்ஃபேட் தொகுதிகள் குவனோசின் 5'-பாஸ்ஃபேட் மற்றும் அடினோசின் 5'-டிசுரைபாஸ்ஃபேட் (ATP) ஆகியவற்றில் உள்ளவாறு காணப்படும்.



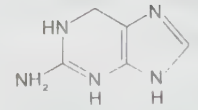
| ஹைப்போ சாந்தின்

சாந்தின்

யூரிக் அமிலம்



அடனின்



குவானின்

### சில முக்கிய பியூரின்களின் அமைப்புகள்

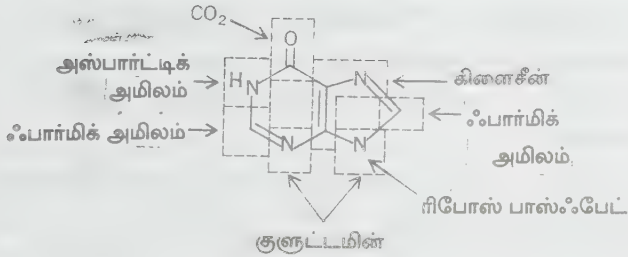
நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் பல்லுறுப்பிகள் (polymers) ஆகும். இவற்றில் நியூக்ளியோடைடு பகுதிகள் (units) பாஸ்ஃபோ டை எஸ்ட்டர் பிணைப்பால் இணைந்துள்ளன. இப்பிணைப்பு ஒரு பகுதியின் 3' - ஹைட்ராக்சில் தொகுதி மற்றொரு பகுதியின் 5'-ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் இணைவதால் ஏற்படுகிறது. காஃபீன் (1,7-டை மெத்தில் சாந்தின்), தியோபுரோமின் (3, 7-டை மெத்தில் சாந்தின்) போன்ற மெத்திலேற்றம் பெற்ற சாந்தீன்கள் காஃபி, தேநீர்,



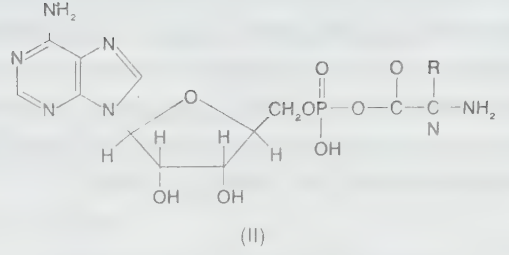
கோலா கொட்டைகள் போன்றவற்றில் உள்ளன. இவையே இத்தாவர விளைபொருள்களின் ஊக்கமூட்டும் உணவுக்குக் (stimulating Action) காரமாகின்றன.

**உயிர்வழித் தொகுப்பும் ஆக்கச் சிதைமாற்றமும்.**

பெரும்பாலான உயிரிகள் பியூரின் சேர்மங்களைத் தாமே தொகுத்துக் கொள்ளும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன. உயிர் விலங்கினங்களில் கல்லீரல், கணையம், எலும்பு, மஜ்ஜை, குடல் பகுதி ஆகியவற்றில் இத்தொகுப்பு நிகழ்வு நடைபெறுகிறது. நொதிவழி நிகழும் இத்தொகுப்பில் உருவாகும் முதல் விளைபொருளான ஐயனோசின் 5'-பாஸ்ஃபேட் குளுட்டாமின், அஸ்பார்டிக் அமிலம் ஆகியவற்றிலிருந்து பெறப்படும் கிளைசீன், கார்பன் டை ஆக்சைடு, ஃபார்மிக் அமிலம், அமினோ தொகுதிகள் ஆகியவற்றினைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன (படம்.2). இவ்வினை நிகழ்வில் இடையில் காணப்படும் பல இடைநிலைப் பொருள்கள் ரிபோஸ் 5-பாஸ்ஃபேட்டின் பெறுதிகளே ஆகும். ஐயனோசின் 5'-பாஸ்ஃபேட்டை அமினேற்றம் செய்வதால் அடினோசின் 5'-பாஸ்ஃபேட் குவானோசின் 5'-பாஸ்ஃபேட் ஆகியன உண்டாகின்றன. இவ்வினையில் அஸ்பார்டிக் அமிலம் அல்லது குளுட்டாமின் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படும்.



உயிர்ச் செல்களில் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்ற மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா ஆக்கச் சிதைமாற்ற நிகழ்வால் உண்டாகும் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் மற்றும் அடினோசின் 5' பாஸ்ஃபேட் ஆகியவற்றை இணைத்து ATP உருவாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படும். ஆக்கச் சிதைமாற்ற நிகழ்வில் ATP முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. சான்றாக, ATP அமினோ அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு அமினோ அசைல் அடிநெலேட்டுகளை (படம் ) உண்டாக்குகிறது. இது புரோட்டின் தொகுப்பில் செயலுறு இடைநிலைப் பொருளாக உள்ளது.



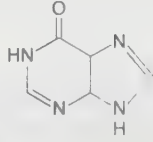
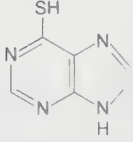
மேலும், பல வைட்டமின்கள் (நியாசின், பென்டோதீனின் அமிலம், ரிபோஃபிளேவின் கோபாலமின் (B<sub>12</sub>)) அடினோசின் பாஸ்ஃபேட் கொண்ட நியூக்ளியோடைடுகளே ஆகும்.

பியூரின் பெறுதிகளின் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் நியூக்ளியோடைடுகள் மற்றும் நியூக்ளியோசைடுகளை நீராற்பகுப்பதால் விளையும் தொடர்புடைய தனிக் காரங்களாக மாறுவதன் மூலம் நிகழலாம். அடினோசின் மற்றும் குவானைன் ஆகியவை அமீன் நீக்கம் (deamination) அடைவதால் முறையே ஹைப்போ சாந்தீன், சாந்தீன் ஆகியவை உண்டாகின்றன. இவ்விருண்டும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் யூரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. பெரும்பாலான பாலூட்டிகளில் இந்த யூரிக் அமிலம் மேலும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கழிவுப் பொருளான அலன்டாயினாக வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆனால் மனிதன் உட்பட பிற முதலுயிரி (Primates) இனங்களில் யூரிக் அமிலம் மேலும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாமல் அப்படியே பியூரின் ஆக்கச் சிதைமாற்ற இறுதிப் பொருளாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

மனிதர்களில் மூட்டுகளின் இணைப்புப் பகுதியில் யூரிக் அமிலம் அல்லது அதன் உப்புகள் வீழ்படிவாவதால் மூட்டழற்சி தொடர்புடைய கவுட் எனும் நோய் (gout) உண்டாகிறது. இதனால் ஊணீர் (serum) மற்றும் திசுக்களில் யூரிக் அமிலத்தின் அளவு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. பறவைகள், சிலவகை ஊர்வன இனத்தைச் சேர்ந்தவை, கணுக்காலிகள் (arthropods) ஆகிய விலங்கினங்களில் யூரிக் அமிலம் அல்லது குவானைன் ஆக்கச் சிதைமாற்றத்தின் முக்கிய வினை பொருளாகத் திண்ம வடிவில் படிவாக்கப்படுகிறது. பறவையின் எச்சத்தில் பெருமளவு யூரிக் அமிலம் உள்ளமையால் இது சிறந்த நைட்ரஜன் உரமாகப் பயன்படுகிறது.

**மருத்துவப் பயன்கள்.** பல பியூரின் தொடர்புடைய சேர்மங்கள் உயிரிய மருத்துவப் பயன்களைக் கொண்டுள்ளமை

அறியப்பட்டுள்ளது. குறிப்பாக, 6-மெர்காப்ட்டோ பியூரின் எனும் சேர்மத்தின் நியூக்ளியோசைடு பாஸ்ஃபேட் உடற் செயலியலில் அடினோசின் மற்றும் குவானோசின் நியூக்ளியோடைடு தொகுப்பிற்குப் பயன்படும் பலவகை நொதிகளைத் தடுக்கிறது. இதனால் புற்றுக் கட்டிகள் வளர்ச்சி தடைபடுகிறது. பைரசோலோபிரிமிடின் எனும் சேர்மம் மூட்டழற்சி நோயைக் குணப்படுத்த உதவுகிறது.



6 - மெர்காப்ட்டோபியூரின் பைரசோலோபிரிமிடின்

இச்சேர்மம் ஐயனோசின் பாஸ்ஃபேட் உயிரிவழித் தொகுப்பையும், ஹைப்போ சாந்தீன் மற்றும் சாந்தீன் ஆகியவை யூரிக் அமிலமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதையும் தடுக்கிறது. இதனால் யூரிக் அமிலம் பெருமளவு உற்பத்தியாவது தடுக்கப்பட்டு, மூட்டழற்சி நோய் ஏற்பட ஏதுவாகும் முதன்மைக் காரணம் நீக்கப்படுகிறது.

த. தெய்வீகன்

## பியூரெட்

ஆய்வகங்களில், குறிப்பாக வேதி ஆய்வகங்களில் பயன்படும் கருவியான இது தேவையான - குறிப்பிட்ட கனஅளவு நீர்மங்களைப் பெறுவதற்குரிய பகுப்பாய்வுகளில் பயன்படுகிறது. சீரான, ஒரே விட்டமுடைய உருளை வடிவ கண்ணாடிக் குழாயில் 5-100 மி.லி. வரை கொள்ளளவு உடையதாக பியூரெட்டுகள் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். பொதுவாகப் பயன்படக்கூடியது 50 மி.லி. பியூரெட் ஆகும். நீண்ட குழாயில் அளவீடுகள் சீராகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஆய்வு செய்யும் போது எத்தனை மி.லி. நீர்மத்தை பியூரெட்டிலிருந்து வெளிப்படுத்த வேண்டுமோ அதை மட்டும் வெளியேற்றி ஆய்வு நிகழ்த்தலாம். இதனால் ஆய்வுக்கு முன்னும், பின்னும் அளவுகளை குறித்துக் கொள்வது எளிதாகிறது.

பெரும்பாலான பியூரெட்டுகளில் அதன் அடிப்பகுதியில் திறப்பான் (stopcock) ஒன்று இருக்கும்.



இது பியூரெட்டிலிருந்து வெளியேறும் நீர்மத்தை வெளியேற்றவும், அவ்வாறு வெளியேறும் நீர்மத்தை தேவையான அளவில் சிறு சிறு துளிகளாகக் கட்டுப்படுத்தி வெளியேற்றவும் உதவுகிறது. இந்த துல்லியக் கணக்கீட்டிற்காக அல்லது எளிதான பயன்பாட்டிற்காக வெளியேற்றும் அமைப்பில் வேறுபட்ட மாதிரிகள் தற்போது தேவைக்குத் தகுந்தவாறு உள்ளன. சான்றாக, எடை பியூரெட்டின் (weight buret) மூலம் ஆய்வு செய்யும் போது எவ்வளவு நீர்மம் (மி.லி.) வெளியேறி உள்ளது என்பதை எடை மாறுதலைக் கொண்டுக் கணக்கிடலாம். நுண்பகுப்பாய்வுகளில் 0.1 மி.லி. அளவு நீர்மத்தைக் கணக்கிட உதவக்கூடிய பியூரெட்டுகளும் வழக்கில் உள்ளன.

த. தெய்வீகன்

## பியூவ்டர்

காரீயமும் வெள்ளீயமும் கலந்த ஒளி மங்காத தன்மையுடைய உலோகக் கலவை பியூவ்டர் (pewter) எனப்படும். இக் கலவையில் 63 விழுக்காட்டிற்கும் மிகுதியாக வெள்ளீயம் கலந்துள்ளது. மேலும் காரீயத்திற்கு பதிலாகவோ அத்துடனோ செம்பு, ஆண்டிமணி, துத்தநாகம் போன்ற பிற உலோகங்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

பியூவ்டர் உலோகக் கலவை நூற்பு முறையில் உருவாக்கப்படுகிறது. இக்கலவையில் ஒளிரும் தன்மையுடையது. பியூவ்டர் உலோகக் கலவை பணி செய்யும் போது சிறிதளவே கடினமாவதால், இவ்வுலோகக் கலவையால் ஆன



பொருள்களைச் சூடேற்றி மென்மையாக்கத் தேவையில்லை. தொடக்கத்தில் பியூவ்டர் உலோகக் கலவையில் காரியம் மிகு அளவில் இருந்தமையால் அது சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு கருமையாக மாறிவிட்டது. 35° விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான காரியத்தை உடைய பியூவ்டர் உலோகக் கலவைகளைக் கொண்டு வடிகலன் (decanter), குவளை, தொட்டி, கிண்ணம், பாத்திரம், தேயிலைப் பெட்டி, வெடிகுண்டு, ரவைப் பெட்டி (canister), மெழுகுத்திரி நிலைச்சட்டம் (candle stick) போன்றவை செய்யப்பட்டன. இவ்வுலோகக் கலவையின் திண்மக் கரைசலில் காரியத்துடன் வெள்ளியமும் உள்ளமையால் பாத்திரத்தில் வைக்கப்படும் உணவுப் பொருள்களிலுள்ள அமிலங்களால் அரிப்பு ஏற்படுவதில்லை.

பியூவ்டர் உலோகக் கலவையில் செம்பின் அளவு கூடுதலாயின் நீளுந்தன்மையும், ஆண்டிமணி கூடுதலாயின் கடினத்தன்மையும் மிகுதியாகும். 91% காரியம், 9% ஆண்டிமணி அல்லது ஆண்டிமணியும், செம்பும் கலந்த பியூவ்டர் உலோகக் கலவை தாம்பூலத்தட்டு, தீர்த்தக் கிண்ணம் (chalice), திருக்கோவில் நீர்க்குடுவை (cruet), கமண்டலம் (flagon) ஆகியவற்றைச் செய்ய பயன்படுகிறது.

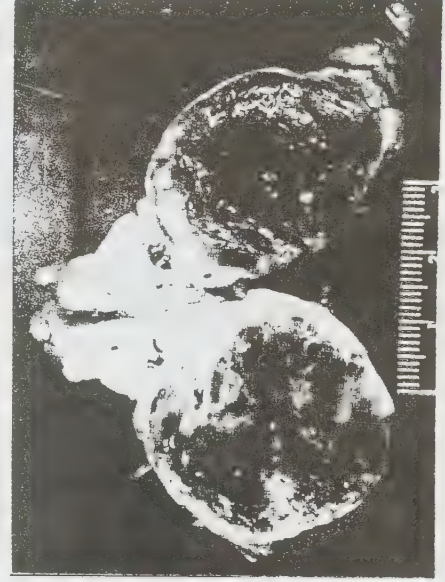
வா. அனுசுயா

## பியோகுரோமோ சைடோமா

இது அகச் சுரப்பிகளிலிருந்து எழும் ஒரு வகைக் கட்டியாகும். இது ஏனைய நரம்பு முடிச்சுகளிலிருந்தும் மிக அரிதாக எழலாம். இக்கட்டி அட்ரினலின், நார் அட்ரினலின் ஆகிய ஹார்மோன்களை அளவின்றிக் குருதியில் சுரக்கும். நோய் அறிகுறிகளை ஹார்மோன் மிகையால் அறியலாம். கட்டி மிகச் சிறியதாக இருக்கும் காலத்திலேயே ஹார்மோன் மிகையாகச் சுரப்பதால், கட்டியாய் அறிகுறிகள் தோன்றும் முன்பே ஹார்மோனால் அறிகுறிகள் ஏற்பட தொடங்கிவிடுகின்றன. நரம்பு நார் முடிச்சு நோயிலும் இவ்வகைக் கட்டி உண்டாகலாம். பெரும்பாலான கட்டிகள் புற்றுநோய்த் தன்மையற்றவை.

அட்ரினலின், நார் அட்ரினலின் ஹார்மோன்கள் குருதி அழுத்தத்தைக் கூடுதலாக்கி நாளங்களைச் சுருங்கச் செய்பவை. கை நடுக்கத்தையும் இதயப் படபடப்பையும் உண்டாக்க வல்லவை. கட்டிகளில் இருந்து ஹார்மோன் விட்டு விட்டுச் சுரப்பதால் இந்நோயாளிகளுக்கு அறிகுறிகளும் விட்டு விட்டுத் தோன்றுகின்றன. நாளடைவில் இக்கட்டி ஹார்மோனை விடாமல் சுரக்கத் தொடங்குவதால் அறிகுறிகளும் விடாமல்

தோன்றத் தொடங்குகின்றன. நெடுநாள் ஹார்மோன் மிகுதியாக இருந்தால் சர்க்கரையை ஏற்கும் திறனும் குறைந்து விடுகிறது. சிலருக்கு சர்க்கரை நோயே ஏற்பட்டுவிடுவதும் உண்டு. நீண்ட காலமாக குருதி அழுத்தம் மிகுந்திருப்பதாலும், ஹார்மோன் நேரடியாக இதயத் தசைகளைப் பாதிப்பதாலும், நாட்பட்ட நோயாளிகளுக்கு இதய இயக்கம் தடைபடுதலால் மரணம் நிகழ்கிறது.



பியோகுரோமோ சைடோமா

நோயறிதல். நோயை அறுதியிடக் கட்டி உடலில் எந்தப் பகுதியில் உள்ளது என்று படம் பிடித்துக் காண வேண்டும். அது சுரக்கும் ஹார்மோனோ, சிதை பொருள்களோ, குருதியிலோ நீரிலோ வழக்கத்தை விட மிகுந்துள்ளனவா என்று அறியப்படவேண்டும். கட்டியைப் படம் பிடித்துக் காட்டச் சாதாரண எக்ஸ் கதிர்கள் பயன்படுவதில்லை. குருதி நாளங்களில் எக்ஸ் கதிர் ஊடுருவாத மருந்துகளைச் செலுத்தி எடுக்கும் படங்கள் கட்டியைப் புலப்படுத்தலாம். ஆனாலும் எக்ஸ் கதிர் ஸ்கேன், ஒலி அலை ஸ்கேன் போன்றவை கட்டிகளைச் சிறப்பாக காட்டவல்லன.

சில நோயாளிகளுக்குக் குருதி அழுத்தம் இடை இடையே மட்டும் மிகுந்துள்ளமையால் மருத்துவரால் சில நேரங்களில் இந்நோயை கண்டுபிடிக்க இயல்வதில்லை. இதற்காக பல மருந்துகளை நரம்புகளில் செலுத்தி,

இக்கட்டிகளில் இருந்து அட்ரினலின் நார் அட்ரினலின் ஹார்மோன்களைச் சுரக்க வைத்து இவர்களுக்குக் குருதி அழுத்தம் கூடியிருப்பதைக் காணலாம்.

## பிற்கோடைட்

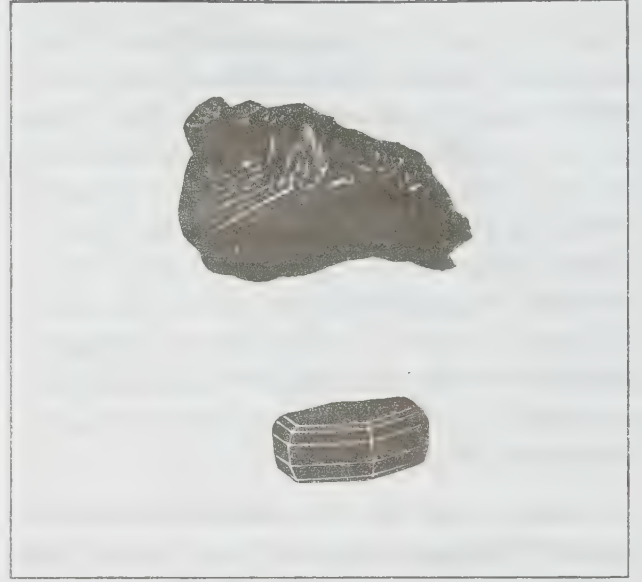
இது ஒரு சல்பைடு கனிமம். நிக்கோலைட் இனத்தைச் சேர்ந்த இது இரும்பு சல்பைடு ( $\text{Fe}(1-x)\text{S}$ ) ஆகும். இதில் இரும்பும் கந்தகமும் கலந்துள்ள அளவு 5:6 முதல் 16:17 வரை மாறுபடுகிறது. பிற்கோடைட்டின் ஒரு வகையான 'டிராய்லைட்' என்னும் கனிமத்தில் இரும்பும் கந்தகமும் சமமாக ( $\text{FeS}$ ) இருக்கின்றன. பிற்கோடைட்டில் கோபால்ட் ( $\text{Co}$ ), மாங்கனீஸ் ( $\text{Mn}$ ), செம்பு ( $\text{Cu}$ ) ஆகியவை 1% அளவிற்குக் குறைவாக உள்ளது. மிகக் குறைந்த அளவில் நிக்கலும் ( $\text{Ni}$ ) கலந்து காணப்படுகிறது.

பிற்கோடைட் அறுகோணத் தொகுதியின் நிறை வடிவ வகுப்பைச் சேர்ந்தது.  $138^\circ\text{C}$  க்கும் மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் பிற்கோடைட் செவ்வகத் தொகுதியின் அமைப்பைப் பெறுகிறது. இதன் கனிமங்கள் ஒருசாய் தொகுதியைச் சேர்ந்திருக்கும். பிற்கோடைட்டின் அணுக்கோப்பு அடி இணை வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் 64 கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு கிடைவாட்டத்தில் (a) 6.87 ஆகவும் குத்துவாட்டத்தில் (c) 22.7 ஆகவும் இருக்கக் காணலாம். இதன் படிக அச்சுகளின் விகிதம்  $a:c = 1:1.65$

ஒரு சாய் தொகுதியைச் சேர்ந்த கனிமத்தில் அணுக்களுக்கு இடையேயான தொலைவு முன்பின்னாக (a) 11.88 ஆகவும் பக்கவாட்டத்தில் (b) 6.85 ஆகவும், குத்துவாட்டத்தில் (c) 22.74 ஆகவும் இருக்கும். இதில் சாய்கோணம்  $90^\circ.33$  ஆகவுள்ளது. ஒரு சாய் தொகுதியைச் சேர்ந்த கனிமம்  $500^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையில் அறுகோணத் தொகுதி அமைப்பைப் பெறுகிறது.

பிற்கோடைட் படிகங்கள் தட்டையானவையாகவும், பட்டையானவையாகவும் பட்டகக் கூம்புகளாகவும் இருக்கின்றன. பட்டகக் கூம்பின் முகங்களில் கிடைக்கீறல்கள் இருக்கின்றன. இதன் படிகங்கள் சில சமயங்களில் (10T2) மீது இரட்டுறல் அடைந்து காணப்படுகின்றன.

பிற்கோடைட் பெரிதும் திண்மமாகவும், துகள்களாகவும் உருண்டையாகவும் உள்ளது. பிற்கோடைட்டில் அடி



பிற்கோடைட்டின் படிகம்

இணைவடிவிற்கு (0001) இணையான கனிமப் பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன. கனிமப் பிளவுகள் இல்லை. இக்கனிமம் குறை-வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 3.5-4.5; ஒப்படர்த்தி 4.53-4.77. இது உலோக-மிளிர்வு உடையது. வெண்கல-மஞ்சள் அல்லது வெண்கல-வெள்ளை நிறம் உடைய இதன் நிறம் பெரும்பாலும் கருமையாகிவிடும். இதன் தூள் நிறம் கருஞ்சாம்பல் நிறமாகும். நொறுங்கக் கூடிய இதன் காந்தத் தன்மையினால் இதனைக் காந்த-பைரைட் (magnetic-pyrite) எனவும் கூறுவர். இது  $348^\circ\text{C}$  வெப்பநிலையில் காந்த ஆற்றலை இழந்து விடுகிறது. பிற்கோடைட்டு ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. இது நீர்த்த குளோரிக் அமிலத்தில் கரையும்.

ஒளி செங்குத்தாக பட்டு எதிரொளிக்கும்போது பிற்கோடைட் இளமஞ்சள் நிறமுடையவையாக தோன்றும். இது ஒளிநேர்குறி உடையது. திரும்பும் ஒளியில் திசைக் குணமாற்றமின்றிக் காணப்படுகிறது. சில சமயங்களில் மிகக் குறைந்த அளவில் திசைக் குணமாற்றம் பெற்றிருக்கும்.

பிற்கோடைட்டின் ஒரு வகை டிராய்லைட் (troilite) ஆகும். இதில் இரும்பும் கந்தகமும் சமஅளவில் இருக்கின்றன. இக்கனிமத்தின் ஒப்படர்த்தி 4.75-4.82. இது ஒரு வகையான சருகு நிறமுடையதாய் இருக்கும். இக்கனிமம் இரும்பு-விண்வெளிக் கற்களில் காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் 1766இல் மோடினா பகுதியில் உள்ள அல்பாரிட்டோ என்னுமிடத்தில் விழுந்த விண்வெளிக் கல்லிலிருந்து டொமினிகோ டிராய்லி



என்பாரால் கண்டெடுக்கப்பட்டது. ஆகையால் இதற்கு டிராய்லைட் எனும் பெயர் வழங்குகிறது.

பிர்கோடைட், ஆக்சிஜனுடன் கூடி மாற்றமடைந்து இரும்பு-சல்ஃபேட், லிமோனைட், சிட்ரைட் ஆகிய கனிமங்களாக ஆகிறது. மார்க்கசைட், சால்கோபரைட், பைரைட், ஆர்சினோபைரைட், மேக்னடைட், பளிங்கு முதலியன பிர்கோடைட்டின் பொய்யுருவாக விளங்குகின்றன. பிர்கோடைட், பென்ட்லான்டைட் முதலிய சல்ஃபைட் கனிமங்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. பாறைக் குழம்பில் ஏற்பட்ட பிரிவுத்திரளால் காரணமாக பெரிடோடைட், நோரைட், கேப்ரோ முதலான கார அனற் பாறைகளில் இக்கனிமம் காணப்படுகிறது. இது பெக்மடைட் பாறைகள் தொடு மாற்றுருவப் பாறைகளில், நரம்புகளாகவும் விளங்குகிறது. பாறைகளிலுள்ள புழைகளில் பளிங்கு அல்லது டோலோமைட் ஆகியவற்றுடன் புகைங்களாகச் சில சமயங்களில் கிடைக்கிறது. இது பசால்ட் போன்ற எரிமலைப் பாறைகளிலும் தோன்றுகிறது.

பிர்கோடைட் நுண்ணிய புகைங்களாக நுமேனியா, டிரான்சில்வேனியா ஆகிய இடங்களிலும், ஆஸ்திரியா விலுள்ள லியோபென் என்னுமிடத்தில் இத்தாலி, பிரான்ஸ், நார்வே, நியூயார்க், நியூஜெர்சி, லங்காஸ்டர், பென்சில்வேனியா ஆகிய இடங்களிலும், கனடா, கிம்பர்லி முதலான பகுதிகளிலும் விளங்குகிறது. 10 செ.மீ. அளவுள்ள அழகிய புகைங்கள் யுகாஸ்லோவியாவில் கிடைத்திருக்கின்றன. இது பெரிய அளவு புகைங்களாக பிரேசில் நாட்டிலும் காணப்படுகிறது. நிக்கல் தயாரிப்பதற்குப் பிர்கோடைட் பயன்படுகிறது. இக்கனிமத்திற்குச் சிவப்பு நிறத்தைக் குறிக்கும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து பிர்கோடைட் எனும் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

இல. வைத்திலிங்கம்



சாயம், இண்டிகோ சாயம் ஆகியன இதிலிருந்து பெறப்பட்டன. பிர்ரோல், இலை பச்சை வண்ணத்தில் இருக்கும் குளோரோஃபில் எனும் நிறமியின் அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. குருதிச் சிவப்பு நிறமியான ஹீம், நீரின் நிறமியிலும், பலவகையான பாக்டீரியா ஆல்காக்கலிலும் இதுவே முதன்மையாக விளங்குகிறது. கரி, பெட்ரோலியம், தாவரம், விலங்குகளிலிருந்து பெறப்பட்ட பொருள்களிலும் பிர்ரோல் காணப்படுகிறது.

பிர்ரோலிலிருந்து பெறப்பட்ட வண்ணச் சேர்மங்கள், தாவரங்களும் விலங்குகளும் உயிர் வாழ்வதற்கு இன்றியமையாதவையாக அமைந்துள்ளன. இதனால் பிர்ரோலை அடிப்படையாகக் கொண்டு பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. குளோரோஃபில்லைக் கொண்டு ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் கிடைக்கும் வளிமண்டலக் கார்பன் டை ஆக்சைடு உணவும் ஆற்றலும் கிடைக்க வழி வகுக்கிறது. குருதி நிறமி ஹீமோகுளோபின் மூலம் நடைபெறும் ஆக்சிஜன் கடத்தல் உயர் விலங்குகளின் மிக வேகமான அசைவுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. மேலும், பிர்ரோலின் நிறமிகள் பிற வகை நிறமிகளை விட உயிர் வாழ்வனவற்றால் பெருமளவில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. பிர்ரோலை ஒடுக்கம் செய்தால் பிர்ரோலிடின் கிடைக்கிறது. பிர்ரோலிடின் என்பது கொகெய்ன் அல்கலாய்டுகளின் அடிப்படை அமைப்பாக விளங்குகிறது. இது புரதங்களில் புரோலின், ஹைட்ராக்சி புரோலின் மற்றும் டிரிப்டோஃபேன் எனப்படும் அமினோ அமிலங்களாக உள்ளது.

பண்பு. இதன் கொதிநிலை 131°C; நீரைவிடச் சிறிது அடர்த்தி குறைந்தது. இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>N. இது நீரில் குறைந்த கரைதிறன் கொண்டது. ஆனால் ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகியவற்றில் எளிதில் கரையும். இதன் வடிவக் குறியீட்டை 1870ஆம் ஆண்டு ஜெர்மன் வேதியியலார் அடால்ஃப் வான்பேயர் இண்டிகோவின் மூலக்கூறு குறியீட்டை ஆராயும் போது அறிந்தார். பிர்ரோல் சில சிறந்த வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இதனைக் காற்றில் வைத்திருக்கும் போது பழுப்பு நிறமாகிறது. வீரியம் மிகுந்த அமிலங்களால் இது இன்டோல் எனப்படும் அமைப்பாக மாற்றப்படுகிறது. இது பல வேதிவினைகளில் ஈடுபடுகிறது.

## பிர்ரோல்

இது ஒரு நிறமற்ற எண்ணெய்; கரித்தாரில் பிர்ரோல் உள்ளமையை ஜெர்மன் வேதியியலார் எஃப்.எஃப். ராஜ் என்பார் 1834 ஆம் ஆண்டு அறிந்தார். ஆனால் 1857இல் ஸ்காட்லாந்து வேதியியலார் தாமஸ் ஆண்டர்சன் இதனை முதல் முதலாகப் பிரித்தெடுத்து ஆராய்ந்தார்.

பிர்ரோல் வரலாற்றுத் தொன்மை கொண்டது. ஏனெனில் இதிலிருந்தே சாயங்களுக்குத் தேவையான இன்டோல் பெறப்படுகிறது. பண்டைக்கால மக்கள் பயன்படுத்திய ரீகல்

தயாரித்தல். இது எலும்பு எண்ணெய், புரதங்களை வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் பெறப்பட்டது. தற்போது வணிக அளவில் அசெட்டிலின், ஃபார்மாட்டிகைஹடு, அம்மோனியா விலிருந்து பெருமளவில் பெறப்படுகிறது.

பயன். பிர்ரோல் மிதமான நச்சுத்தன்மை கொண்டது. இது நரம்பு நச்சாகச் செயல்படுகிறது. இதன் சில சார்பு சேர்மங்கள் மருத்துவத்துறையில் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவில் பயன்படுகின்றன. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் சில நிறமிகளின் வடிவ அமைப்பையும், செயல்பாட்டையும் ஆராய இது பயன்படுகிறது. பார்ஃபேரின், குளோரின், இதன் உலோகச் சேர்மங்கள் ஆகியன முதன்மைச் சார்பு சேர்மங்களாகும். ஹீமின் ஒரு சிறந்த இரும்புப் பார்ஃபேரினாகும். ஹீமின் குருதி நிறமியின் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்ட அமைப்பாகும்.

பி. இராமமூர்த்தி

துணைநூல். I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol.2, ELBS, London, 1978.

## பிர்ல்லாயின் மண்டலம்

ஒரு படிக அணுக்கோவையில் வெவ்வேறு திசைகளில் ஓடிக் கொண்டிருக்கிற எலெக்ட்ரான்களின் இயலக்கூடிய ஆற்றல் மட்டங்களின் முப்பரிமாண வரைபடத்தில் அமைந்த பகுதி பிர்ல்லாயின் மண்டலம் (brillouin zone) எனப்படும். ஒரு படிக அணுக் கோவையின் வழியாக எந்த வகையான அலை இயக்க வகையும் பரவும் போது அதன் அதிர்வெண்  $K$  என்னும் அலைத் திசையனின் காலாந்தரச் சார்பெண்ணாக இருக்கும். அந்தச் சார்பெண் பல மதிப்புகள் பெற்றிருப்பதன் காரணமாக அது சிக்கலானதாக இருக்கலாம். அதாவது அதற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கிளைகள் இருக்கலாம். அதில் தொடர்பின்மைகளும் இருக்க முடியும். ஒரு படிகத்தில் தோன்றும் அலை இயக்கத்தை தீர்வு செய்வதை எளிதாக்க,  $K$ -வெளியில் ஒரு மண்டலம் வரையறுக்கப்படுகிறது. அது அடிப்படைக் காலாந்தரப் பகுதியாக அமையும். அந்தப் பகுதிக்கு வெளியிலுள்ள  $K$ இன் ஆற்றல் அல்லது அதிர்வெண்ணை அந்தப் பகுதிக்குள் இருக்கிற ஆற்றல் அல்லது அதிர்வெண்ணிலிருந்து கணக்கிட முடியும். இந்தப் பகுதிக்குப் பிர்ல்லாயின் மண்டலம் என்று பெயர். சில வேளைகளில் அதை முதல் பிர்ல்லாயின் மண்டலம் அல்லது மையப் பிர்ல்லாயின் மண்டலம் எனவும் குறிப்பிடுவதுண்டு.

சாதாரணமாகப் பிர்ல்லாயின் மண்டலத்திற்குள் இருக்கிற  $K$  மதிப்புகளை மட்டும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள முடியும். எல்லைகளில் மட்டுமே தொடர்பின்மைகள் ஏற்படும். இம்மண்டலம் எல்லையின்றி மீண்டும் மீண்டும் அமைந்திருக்குமானால்  $K$  - வெளிமுழுவதும் நிறைந்து விடும். சில வேளைகளில் ஒரே வகைப் பண்புகளுள்ள பெரிய வடிவங்களை வரையறுப்பது கூட வசதியாக இருக்கும். இவ்வடிவங்கள் முதல் மண்டலமும், மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுவதால் உருவான பகுதிகளும் இணைந்தனவாக இருக்கும். இவற்றை உயர்நிலைப் பிர்ல்லாயின் மண்டலங்கள் எனக் குறிப்பிடுவது உண்டு.

ஒரு குறிப்பிட்ட திண்ம வகைக்கான மையப் பிர்ல்லாயின் மண்டலம் திண்மமாகவே இருக்கும். அதன் பருமம் தலைகீழ் வெளியில் (reciprocal space) உள்ள தொடக்க நிலை அலகு செல்லின் (unit cell) பருமத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். அதன் வடிவம், படிகத்தின் பல்வகையான சமச்சீர்மைச் செயல்பாடுகளில் மாறாததாக இருக்கும். தலைகீழ் வெளி என்பது தலைகீழ் அணுக்கோவைத் திசையன்களின் வெளியாகும்.

பிர்ல்லாயின் மண்டலத்தை அமைத்தல். ஒரு படிக அணுக்கோவைக்குத் தொடக்க நிலை இடப் பெயர்ச்சித் திசையன்கள்  $\vec{a}_1$ ,  $\vec{a}_2$ ,  $\vec{a}_3$  என அமையலாம்.  $\vec{b}_1$ ,  $\vec{b}_2$ ,  $\vec{b}_3$  முதலிய புதிய திசையன்களைப் பின்வரும் சமன்பாடு மூலம் வரையறுக்கலாம்.

$$\vec{a}_i \cdot \vec{b}_j = 2\pi\delta_{ij} \quad (i = 1, 2, 3, \dots; j = 1, 2, 3\dots)$$

இதில்  $i = j$  என்னும் போது  $\delta_{ij} = 1$  எனைய  $i$  மதிப்புகளுக்கு அது சுழியாகும்.  $\vec{b}_i$  திசையன்களைப் பின்வரும் சமன்பாடுகளிலிருந்து பெறலாம்.

$$\vec{b}_1 = \frac{2\pi \vec{a}_2 \times \vec{a}_3}{\vec{a}_1 \cdot \vec{a}_2 \times \vec{a}_3} \quad \vec{b}_2 = \frac{2\pi \vec{a}_3 \times \vec{a}_1}{\vec{a}_1 \cdot \vec{a}_2 \times \vec{a}_3}$$

$$\vec{b}_3 = \frac{2\pi \vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{\vec{a}_1 \cdot \vec{a}_2 \times \vec{a}_3}$$

இப்போது  $h$  என்னும் முழு எண்களைக் கொண்டு  $\vec{K}_i$  என்னும் திசையன்களைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

$$\vec{K}_i = h_1\vec{b}_1 + h_2\vec{b}_2 + h_3\vec{b}_3$$

$i$  என்னும் கீழொட்டு  $h$  ன் ஏதோ ஒரு குறிப்பான கூட்டமைப்பைக் குறிப்பிடுகிறது.  $\vec{K}_i$  என்னும் திசையன்களின்

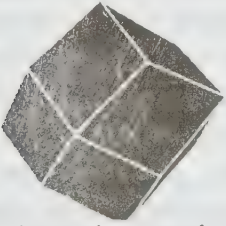


முனைப் புள்ளிகள், தலை கீழ் வெளியில் ஒரு புள்ளிக் கோவையாக அமையும்.  $e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{r}}$  என்னும் வடிவத்தில் உள்ள சமதள அலைகள் படிக அணுக்கோவையில் காலாந்தரத் தன்மையுடன் அமையும் வகையில்  $\vec{K}_i$  திசையன்கள் உள்ளன. ஏனெனில்  $\vec{r}' = \vec{r} + \vec{R}_n$  என்னும் ஏதாவது ஒரு சமன்பாட்டில்  $\vec{R}_n$  என்னும் படிகத்தின் இடப்பெயர்ச்சித் திசையன் இடம் பெறுமாறு எடுத்துக் கொண்டால் பின்வரும் சமன்பாடு சரியாக இருக்கும்.

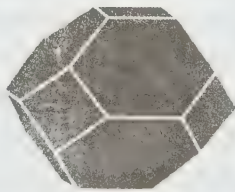
$$e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{r}'} = e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{r}} e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{R}_n} = e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{r}}$$

$\vec{K}_i$ ,  $\vec{R}_n$  என்பது  $2\pi$ இன் முழுஎண் மடங்காதலால் மேற்காணுமாறு சமன்பாடு மாறுகிறது. இதன் விளைவாக அணுக்கோவையில் காலாந்தரமாக இருக்கிற எந்த ஒரு சார்பெண்ணையும் விரிப்பதற்கு ஏற்ற சார்பெண்களாக  $e^{i\vec{K}_i \cdot \vec{r}}$  என்னும் சமதள அலைகள் அமைகின்றன.

உண்மையான படிக வெளியில் செய்ததைப் போலவே  $\vec{K}_i$  திசையன்களின் முனைகளின் புள்ளிக் கோவைகளின் தலைகீழ் வெளியிலும் அலகு செல்களை உருவாக்க முடியும். ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்ற அணுக்கோவைத் தலங்களுக்கு நேர்கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. இக்கோடுகளுக்கு செங்குத்தான இரு சம வெட்டுத் தளங்கள் அமைக்கப் படுகின்றன. இத்தளங்களுக்குள் அடங்குகிற சிறுமப் பருமமுள்ள திண்ம வடிவம் முதல் பிரில்லாயின் மண்டலம் ஆகும். தலைகீழ் அணுக்கோவையில், முழு அணுக்கோவையை ஒத்த சமச்சீர்மையைப் பெற்றிருக்கிற மிகச் சிறிய அலகு செல் இதுவேயாகும். இதே போல உயர் நிலைப் பிரில்லாயின் மண்டலங்களையும் உருவாக்கலாம். உடல் மையக் கன சதுரப் படிகம், முக மையக் கன சதுரப் படிகம், நெருங்கி அமைந்த அறுகோண அணுக்கோவைகள் ஆகியவற்றுக்கான வடிவங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



உடல் மையக் கனசதுரப் படிகம்



முகமையக் கனசதுரப் படிகம்



அறுகோண அணுக்கோவை

## பட்டைக் கொள்கையும் (Band theory)

பிரில்லாயின் மண்டலமும், படிகத்திலுள்ள ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரான் அலைச் சார்பெண்ணையும் முதல் பிரில்லாயின் மண்டலத்திற்குள் இருக்கிற ஏதாவது ஒரு  $\vec{K}$ யின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்த முடியும்.  $\vec{K}'$  என்பது தலைகீழ் வெளியில் உள்ள ஒரு திசையன் எனவும் அதன் முனைப்புள்ளி முதல் பிரில்லாயின் மண்டலத்திற்கு வெளியில் இருப்பதாயும் வைத்துக் கொண்டால்,  $\vec{K}' = \vec{K} + \vec{K}_n$  என எழுதலாம். இதில்  $\vec{K}$  முதல் பிரில்லாயின் மண்டலத்திற்குள் அமைந்திருக்கிறது.  $\vec{K}_n$  என்பது ஒரு தலைகீழ் அணுக்கோவைத் திசையன். பிளாச்சின் தேற்றப்படி,

$$\psi(\vec{K}', \vec{r} + \vec{R}_j) = e^{i\vec{K}' \cdot \vec{R}_j} \psi(\vec{K}', \vec{r})$$

$\vec{K}_n$ ,  $\vec{R}_j$  என்பது  $2\pi$  -ன் ஒரு முழு எண் மடங்கு ஆதலால்

$$e^{i\vec{K}' \cdot \vec{R}_j} = e^{i\vec{K} \cdot \vec{R}_j} e^{i\vec{K}_n \cdot \vec{R}_j} = e^{i\vec{K} \cdot \vec{R}_j}$$

இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட தன்மையில்  $\vec{K}'$ ,  $\vec{K}$  ஆகியவை சமமானவை. இதன் காரணமாக ஒரு திண்மத்தின் பண்புகளை விவரிக்கும் போது முதல் பிரில்லாயின் மண்டலத்தைக் கவனத்தில் கொண்டால் போதும்.

பிரில்லாயின் மண்டலத் தத்துவத்தை உலோகங்கள், உலோகக் கலவைகள் ஆகியவற்றின் பண்புகளை ஆராயப் பயன்படுத்தும் போது  $\psi(\vec{K})$  என்னும் நிலைகளின் ஆற்றலான  $E(\vec{K})$  என்பது, மண்டலத்திற்குள்  $\vec{K}$ -ன் தொடர்ச்சியான சார்பெண்ணாக இருக்க வேண்டும் என்பது ஓர் அடிப்படையான கருத்தாக இருக்கும். ஆயினும் சுருக்கப்பட்ட மண்டலத் திட்டத்தைப் பயன்படுத்தும் போது  $\vec{K}$  பல மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும் என்பது உண்மையே. மண்டலத்தின் முகங்களுக்கு குறுக்கே மட்டுமே தொடர்ச்சியின்மைகள் தோன்ற முடியும். ஒவ்வொரு பிரில்லாயின் மண்டலத்திற்குள்ளும் இருக்கக்கூடிய அனுமதிக்கப்பட்ட நிலைகளின் எண்ணிக்கையைப் பின்வருமாறு கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு தற்சுழற்சிக்கு, படிகத்தின் அலகு பருமத்தில்  $\vec{K}$  திசையன் வெளியில் (vector Space) அலகு பருமத்தில் இருக்கக்கூடிய அனுமதிக்கப்பட்ட நிலைகளின் எண்ணிக்கை  $1/(2\pi)^3$  ஆகும்.

தற்சுழற்சி இரு வகைப்படுவதால் மொத்த நிலைகளின் எண்ணிக்கை  $2/(2\pi)^3$  ஆகும். இவ்வாறு படிகத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு அணுவுக்குமான மண்டலத்தில் உள்ள நிலைகளின் எண்ணிக்கை  $2V/(2\pi)^3 N$ . இதில்  $N$  என்பது படிகத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை;  $V$  என்பது பருமம்; ஏதாவது ஒரு

மண்டலத்தை நிரப்பக்கூடிய அளவில் மட்டுமே ஒவ்வோர் அணுவிலும் எலெக்ட்ரான்கள் அமைந்திருக்கிற பொருள் ஒரு மின் கடவாப் பொருளாகவோ, அரைக் கடத்தியாகவோ இருக்கலாம். மண்டலத்தை நிரப்புவதற்குப் போதுமான அளவில் எலெக்ட்ரான்கள் இல்லாத பொருள் ஓர் உலோக மின் கடத்தியாகும்.

**கார உலோகங்கள்.** கார உலோகங்கள், உடல் மையக் கன சதுரப் படிகங்கள் ஆகும். முதல் பிரில்லாயின் மண்டலத்தில்  $2(2\pi/a)^3$  என்னும் பருமம் உள்ளது. இதில்  $a$  என்பது அணுக்கோவை மாறிலி. அலகு பருமத்தில்  $2/a^3$  அணுக்கள் உள்ளன. எனவே முதல் மண்டலத்தில் ஓர் அணுவுக்கு இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் வீதம் இருக்க முடியும். ஆயினும் அணுக்களில் ஒரே ஓர் இணைதிறன் எலெக்ட்ரான் உள்ளது. இதனால் இந்த உலோகங்கள் சிறந்த கடத்திகளாக உள்ளன.

**உயர்வகை உலோகங்கள்.** செப்பு, வெள்ளி, தங்கம் ஆகியவை முக மையக் கன சதுரப் படிகங்கள் ஆகும். இந்த மண்டலத்திலும் ஒவ்வோர் அணுவிலும் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருக்க முடியும். இவ்வாறு இந்த உலோகங்களும் சிறந்த கடத்திகளாக உள்ளன. உயர் வகை உலோகங்களை ஒரு தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான் மாதிரியால் போதுமான அளவில் விவரிக்க முடியுமானால், தலை கீழ் வெளியின் நிறைவு பெற்ற பருமத்தை மூடுகிற பரப்பான பெர்மிப்பரப்பு ஒரு கோளமாக இருக்கும். அது ஏறத்தாழ மண்டலத்தின் பரப்பை ஒத்திருக்கும். ஆனால் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான் மாதிரியால் பெர்மிப் பரப்புக்கு அருகிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களைப் போதுமான அளவில் விவரிக்க முடிவதில்லை. பெர்மிப் பரப்பு பிரில்லாயின் மண்டல எல்லையை (III) அச்சுகளின் முனைகளுக்கு அருகில் தொடுகிறது.

**இரட்டை இணைதிறன் உலோகங்கள்.** பேரியம், பாதரசம் ஆகியவற்றைத் தவிர ஏனைய இரட்டை இணைதிறன் உலோகங்கள் அணுக்கள் நெருக்கமாய் அமைந்த அறுகோண வடிவப் படிகங்களாகவோ, முக மையக் கன சதுரப் படிகங்களாகவோ இருக்கின்றன. மண்டலங்களில் ஓர் அணுவுக்கு இரண்டு இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. எனவே இவை மின் கடவாப் பொருள்களாக இருக்கும் எனக் கருதலாம். ஆனால் அந்த எலெக்ட்ரான்களில் சில அடுத்த பிரில்லாயின் மண்டலத்திற்கு இடம் பெயர்ந்து விடலாம். அதன் காரணமாக முதல் மண்டலத்தில் துளைக் கூட்டங்கள் மிகுதிவிடும்.

**குறைக்கடத்திகளும் மின் கடவாப் பொருள்களும்.** வைரம், சிலிகான், ஜெர்மேனியம் ஆகிய மூன்றிலும் வைரம் போன்ற கட்டமைப்பு உள்ளது. அந்தக் கட்டமைப்பில் இரண்டு முக மையக் கன சதுர அணுக்கோவைகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று ஊடுருவியிருக்கும். பிரில்லாயின் மண்டலமும் முகமையக் கன சதுரப் படிகத்திலிருப்பதைப் போன்ற வடிவத்திலேயே இருக்கும். அதில் ஓர் அணுவிற்கு நான்கு எலெக்ட்ரான்கள் வீதம் உள்ளன. நிறைவு பெற்ற நிலைகளுக்கும் உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் இடையில் ஓர் ஆற்றல் இடைவெளி உள்ளது. அறுகோண அடுக்குக் கட்டமைப்பைக் கொண்ட கிராஃபைட்டை மிகமிகச் சிறிய, ஏறத்தாழ சுழிக்குச் சமமான ஆற்றல் இடைவெளி உள்ள ஓர் அரைக்கடத்தியாகக் கருதலாம். ஒரு எளிய மாதிரியில், சுழி கெல்வின் வெப்பநிலையில் பிரில்லாயின் மண்டலம் நிறைவு பெற்றிருக்கும். ஆனால் மண்டலத்தின் விளிம்புகளில் இடைவெளி இராது. பிஸ்மத்தில் இதைவிட உயர்ந்த பிரில்லாயின் மண்டலம் உள்ளது. அதில் ஓர் அணுவுக்கு ஐந்து எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. மண்டலத்தின் முகங்களுக்கு குறுக்காக எலெக்ட்ரான்கள் சிறிய அளவில் பரவியுள்ளன. இதன் காரணமாக சுழி கெல்வின் வெப்பநிலையில் பதினாயிரம் அணுக்களுக்கு ஒன்று என்னும் வீதத்தில் எலெக்ட்ரான்களும் துளைகளும் இடம் பெறுகின்றன.

**இரட்டை உலோகக் கலவைகள்.** இரண்டு உலோகங்களைக் கலவையாக்கும் போது ஒன்று கரைப்பானாகவும் மற்றது கரைபொருளாகவும் அமைவனவாகக் கொள்ளலாம். கரைபொருள் தன் இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்களை அளித்து ஒரு கூட்டமைப்பை உருவாக்குகிறது எனவும் அந்த அமைப்பின் அடிப்படையான பண்பளவாக ஓர் அணுவுக்கான எலெக்ட்ரான் வீதம் அமைகிறது எனவும் வைத்துக் கொண்டு இத்தகைய திண்மக் கரைசல்களின் பல பண்புகளுக்கு விளக்கம் தர முடியும். அவற்றில் எலெக்ட்ரான் கட்டமைப்பு தன்மையளவில் மாறவில்லை எனக் கொள்ளப்படும். அணுக்கோவைப் பண்பளவு, பல்வேறு கட்டங்கள் தோன்றுகிற செறிவுகள், ஹால் குணகம் போன்ற பண்புகளில் ஏற்படுகிற பல மாற்றங்களை ஃபெர்மிப் பரப்பு பிரில்லாயின் மண்டலத்தைத் தொடுவது அல்லது அதன் மேல் படிவது ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விளக்கி விடலாம்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்





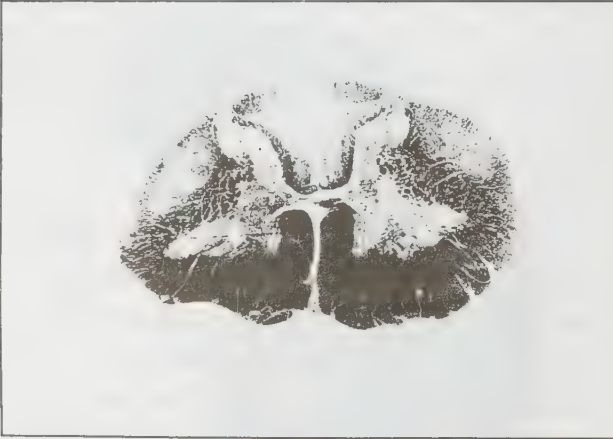
குறைவு, மூச்சுத் திணறல், மனக்குழப்பம், நிலைக்குலைவு ஆகியவை தொடக்கத்திலேயே இருந்தாலோ விரைவாகப் பரவினாலோ நோய் முற்றி மரணத்தை எதிர்நோக்கியிருக்கும் நிலை ஃபிரிடெரிக்சன் - வாட்டர்ஹவுஸ் நோயியம் (Friderichsen - water house syndrome) எனப்படும்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Brain and et.al., *Diseases of the Nervous system*, Eighth edition, Oxford University Press, London, 1977.

## ஃபிரிடெரிக் தள்ளாடல்

பரம்பரைப் பரம்பரையாகத் தொடரும் இந்நோய் ஃபிரிடெரிக் நிகோலஸ் என்னும் மருத்துவ வல்லுநரால் விவரிக்கப்பட்டது. இளமையில் தோன்றும் இந்நோயில் தடுமாற்ற நடை, அனிச்சையின்மை, பாதநீட்டு மாற்றுவினை ஆகியவை காணப்படும். தண்டுவடத்தின் பின்புற, வெளிப்புற நரம்புத் தண்டுகளின் பாதிப்பால் இது உண்டாகிறது. கையை நீட்டும் போது நடுக்கமும், நாளடைவில் பேச்சுக் குறையும், பெரும்பாலான நோயாளிகளுக்கு விழி ஊசலாட்டமும் உண்டாகின்றன.



ஃபிரிடெரிக் தள்ளாடல்  
(Friedreich's ataxia)

பெருமூளை, தண்டுவட நரம்புப் பாதையும் ஃபிரிடெரிக் தள்ளாடல் (friedreich's ataxia) நோயின் போது பாதிக்கப்படுவதால், நோய் மேலும் சிக்கல் அடைகிறது.

கணுக்கால், முழங்கால் நாண் அனிச்சைகள் மறைகின்றன. ஆனால் உணர்வும் சுருக்கு தசைகளும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. குழிவான பாதமும், முதுகெலும்பின் பக்கவளைவும் காணப்படுகின்றன. சிலபோது பார்வை நரம்புப் பாதிப்பும், இதயத் தளர்வும் ஏற்படலாம். நோயின் முன்கணிப்புப் பற்றி வரையறுத்துக் கூற முடியாது.

மு.ப. கிருஷ்ணன்

## பிரண்டை

இதை வச்சிரவல்லி என்றும் வழங்குவர். இதன் தாவரப் பெயர் சிஸ்ஸஸ் குவாட்ராங்குலாரிஸ் (Cissus quadrangularis) என்பதாகும். இதற்கு வைட்டிஸ் குவாட்ராங்குலாரிஸ் (vitis quadrangularis) என்னும் பழைய பெயருண்டு. இது வைட்டேசியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கொடியாகும். இதனைக் கடலோரக்காடு, புதர்க்காடு, தரிசு நிலங்களில் மிகுதியாகக் காணலாம். பிரண்டையை ஆப்ரிக்கா, அரேபியா, இந்தியா, இலங்கை ஆகிய பகுதிகளின் வறட்சிப் பகுதிகளில் பொதுவாகக் காணலாம். இது கடல் மட்டத்திலிருந்து 500-750மீ. உயரம் வரையிலான பகுதிகளில் வளர்கிறது. பொதுவாக இதன் கொடி வேலிகளில் படர்ந்து காணப்படும். இதனை மண்தொட்டிகளிலும் கள்ளிப் பெட்டிகளிலும் வீட்டுத் தோட்ட வேலிகளிலும் வளர்க்கலாம். பிரண்டையின் தண்டை உண்ணலாம். இளம் இலைகளும் கொழுந்து தழைப்பகுதியும் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. தண்டிலிருந்தும் வேரிலிருந்தும் நாரெடுக்கலாம். இச்செடியை எரிக்கக் கிடைத்த சாம்பலை ரொட்டி செய்ய உதவும் உப்புக்குப் (baking powder) பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம்.

வளரியல்பு. பிரண்டையின் தண்டு நான்கு பக்கங்களைக் கொண்டும் வளையும் தன்மையுடனும் இருக்கும். இதில் சாறு நிரம்பித் தடிமனாகப் பளபளப்புத் தன்மையுடன் இருக்கும். இதன் கணுப்பகுதியில் தண்டு குறுகியிருக்கும். இலைகள் தனித்தனியாக முட்டை வடிவில் சற்று இதய வடிவை ஒத்திருக்கும். இலை தடித்துச் சாறு நிரம்பி 3 x 3 செ.மீ. அளவிலும் நுனியும் அடிப்பகுதியும் வட்டமாகவும் இருக்கும். இலையின் ஓரம் பல் போன்ற அமைப்பிலிருக்கும். இலைக்காம்பு 0.7 - 1.0மி.மீ. நீளத்திலிருக்கும். பிரண்டையின் நடுத்தண்டு பற்றுக்கம்பியாக மாறி இலைக்கு எதிரில் இருக்கும். இலைக்கக்கத்திலுள்ள குருத்து முன்னுக்கு வலிவாக வளர்ந்து, ஓர் இலைவிட்டுப் பற்றுக்கம்பியாக மாறுகிறது. பற்றுக்கம்பி தடித்திருக்கும். 4 செ.மீ. நீளமுள்ள பூக்கள் சைம் (cyme)



மஞ்சரியில் உண்டாகியிருக்கும். மஞ்சரித் தண்டு 3 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். பூவடிச் செதில்களும் பூக்காம்புச் செதில்களும் 1மி.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். பூக்காம்பு 0.6-1செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். பூக்கள் ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவும் 7 மி.மீ. ஆகும். புல்லிவட்டம் குழாய் போன்றும் 4 கதுப்புக்களைக் கொண்டும் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள்

நான்கும் பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறத்திலும் நுனியில் சிவப்பு நிறத்துடனும் இருக்கும். இலை முட்டை வடிவில் 3 மி.மீ. நீளமிருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் 4. மகரந்தத் தாள்களின் நீளம் 2 மி.மீ. ஆகும். 1 மி.மீ. நீளமான சூழ்பை இரட்டைத் திசுவறைகளைக் கொண்டது. சூழ்பையின் ஒவ்வொரு திசுவறையிலும் இரண்டு சூல்கள் இருக்கும்.



பிரண்டை (*Vitis quadrangularis*)

பிரண்டை ஆண்டு முழுதும் பூக்கும் தன்மையது. இதன் கனி உருண்டையாக பெர்ரி (berry) வகையைச் சேர்ந்தது. இது பச்சை கலந்த சிவப்பு நிறத்தில் காணப்படும்.

சத்து. 100 கி. பிரண்டையில் புரதம் 1.2 கிராம், கொழுப்பு 0.3 கிராம், நார்ப்பொருள் 1.8 கிராம், மாவுப் பொருள்கள் 7.3 கிராம், கால்சியம் 650 மி.கிராம், பாஸ்பரஸ் 50 மி.கிராம், இரும்பு 2.1மி.கிராம், ஆற்றல் 37 கிலோ கலோரி உள்ளன. இதில் 1.2% மியூசிலேசும் (mucilage) பெக்டினும் உள்ளன. மஞ்சள் நிற மெழுகும் டார்ட்டாரிக் அமிலமும் பொட்டாசிய உப்பாக உள்ளன. இலை மற்றும் தழைத்தொகுதியில் வைட்டமின் 'C' மிகுதியாக உள்ளது. இவற்றில் வைட்டமின் 'C' 100 கிராமிற்கு 398 மி.கிராமும் சாறில் 100 கிராமுக்கு 479 மி.கிராமும் காணப்படும். பச்சைத்தண்டு உடலின் மீது பட்டால் அரிப்பு உண்டாகும். இதற்குத் தண்டிலுள்ள கால்சியம் ஆக்சாலேட் என்னும் உப்பே காரணமாகும். பிரண்டைச் சாம்பலில் கார்பனேட்டு உப்புகள் மிகுதியாக உள்ளன. இதில் சோடியம், பொட்டாசியம், மெக்னீஷியம், கால்சியம் உப்புகளும் சிறிதளவு உள்ளன.

மருத்துவப் பண்பு. பிரண்டையைத் துவையல் செய்து உண்டால் பசி உண்டாகும். செரியாமையை நீக்கும். இது சில சமயம் பேதியை உண்டாக்கும். பிரண்டையால் மலம் இளகும். புழுக்களும் மடியும். வலியைப் போக்கி, உடலுக்கு உறுதியைத் தரும். பிரண்டைச் சாறு முறிந்த எலும்பு கூடுவதற்கு உதவும். பிரண்டையை இடித்துச் சாறு பிழிந்து புளி, உப்பு சேர்த்துக் காய்ச்சிக் குழம்பு பதம் வரும் சமயம் இறக்கி சூடு தாங்குமளவுக்கு பற்றுப் போடச் சுளுக்கு, அதிர்ச்சியால் கீழே விழுந்து அடிபடுதல், சதை புரளுதல், எலும்பு முறிவினால் ஏற்பட்ட வீக்கம் போகும். தண்டை இடித்து ஒட்டகத்தின் வெம்மை (burns) நோய்க்கு வைத்துக் கட்டலாம். பிரண்டையை உலர்த்தித் தூய சிமிண்ட் தரையில் கொளுத்திச் சாம்பல் எடுக்க வேண்டும். இந்தச் சாம்பலில் 1 லிட்டரை மண்சட்டியில் எடுத்துக் கொண்டு 3 லி. நீர் சேர்த்துக் கலக்கி 12 மணிநேரம் தெளிய வைக்கலாம். தெளிந்த நீரை மற்றொரு மண்சட்டியில் இறுத்துப் பின்பு நன்கு கலக்கி 2 அல்லது 3 முறை இவ்வாறு செய்தலின் தெளிந்த பிரண்டைச் சாம்பல் நீரை எடுத்து அடுப்பிலிட்டுச் சிறுதீயைக் கொண்டு காய்ச்சிக் குழம்பு பதத்தில் பீங்கான் தட்டில் ஊற்றிக் குளிர வைத்தால் உப்புக் கட்டிகள் உண்டாகியிருக்கும். இந்தப் பிரண்டை உப்பு வயிற்றுக் கோளாறு போன்ற பல நோய்களைப் போக்கும்.

சிறு குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் செரியாப்பேதி, பீச்சியடிக்கும் பேதி, குருதிச்சீதப்பேதி, பச்சையாகப் போகும்

பேதி ஆகியவற்றுக்கு அரிசி அளவு பிரண்டை உப்பைப் பாலில் கலந்து 3 வேளை தரவேண்டும். வெப்பப்பேதி குருதிச்சீதபேதி ஆகியவற்றுக்கு அரிசிக் கஞ்சி அல்லது மோர் கலந்து பிரண்டைச் சாறுடன் தர வேண்டும். வாய்ப்புண், வாய் நாற்றம், உதடு மற்றும் நாக்கு வெடிப்புகளுக்கு நாள்தோறும் 2 வேளை எனப் பிரண்டை உப்பை வெண்ணெயில் கலந்துண்ண வேண்டும். குடல் பகுதிகளில் உண்டாகும் காயம், வயிற்றில் ஏற்படும் குண்மக்கட்டி ஆகியவற்றுக்கும் மூல நோய்க்கும் குண்டு மணியளவு பிரண்டை உப்பை நெய், வெண்ணெயுடன் சேர்த்து 40 - 80 நாள் உண்ண வேண்டும். பெண்களுக்கு ஏற்படும் சூதகவலி, குருதி மிகை போன்றவற்றிற்கு நாளும் 3 வேளை பிரண்டை உப்பை நெய் அல்லது வெண்ணெயில் குழைத்துத் தர வேண்டும்.

ஆண்களுக்கு உண்டாகும் நரம்புத்தளர்ச்சி, விந்து இழப்பு, வலிமையின்மை ஆகியவற்றுக்கு நன்றாக அரைத்த ஜாதிக்காயுடன் பிரண்டை உப்பை நெய்யிற் கலந்து நாளும் 3 வேளை வீதம் ஒரு வாரம் தர வேண்டும். உளுந்து அப்பளம் செய்யும் போது பிரண்டைச் சாறை சேர்த்துச் செய்ய பலன் கிட்டும். பிரண்டையின் தண்டுச்சாறு ஸ்கர்வி நோய் (Scurvy) மற்றும் ஒழுங்காக மாதவிடாய் உண்டாகாத வேளையிலும் பயன்படும். ஆஸ்துமா நோயை நீக்கத் தண்டு உதவுகிறது. பிரண்டையின் வேரை உலர்த்திப் பொடித்து எலும்பு முறிவுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிரம்பு

சூரல், வேந்திரத்தாள் என்னும் பெயர்களும் பிரம்புக்கு உண்டு. பிரம்பை ராட்டன் (rattan) என்றும் கூறுவர். பிரம்பு கலாமஸ் (calamus) என்னும் பேரினத்தைச் சார்ந்தது. போமே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பிரம்பின் ஏறக்குறைய 400 சிற்றினங்கள் ஜாவா, ுபோர்னியா, நியூகினியா, ஆஸ்திரேலியா, காங்கோ, பிலிப்பைன்ஸ் ஆகிய நாட்டுக் காடுகளில் விளைகின்றன. இந்தியாவில் பெரும்பாலும் அஸ்ஸாம், மேற்கு வங்காளம், கேரளம், தமிழ்நாடு, கர்நாடகம் ஆகிய மாநிலங்களின் ஆற்றங்கரைகளில் சதுப்பு நிலங்களில் இது வளர்ந்திருக்கும். மற்ற இடங்களில் ஈரப்பசையுள்ள இடங்களில் காணப்படும். இந்தியாவில் 300 சிற்றினங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் கலாமெஸ் அக்காந்தோ ஸ்பேத்தஸ் (Calamus acanthospathus) என்பது நேபாளம், சிக்கிம், காசிமலைப்பகுதி, பூட்டான் ஆகிய பகுதிகளிலும்,



க.அந்தமானிக்கஸ் (C.anthamanicus) என்பது அந்தமான் பகுதியிலும், க.ஃபிளாஜெல்லம் (C.flagellum) என்பது வடகிழக்கு இந்தியா மற்றும் மஹாராஷ்டிரப் பகுதியிலும் ச.துவைட்டிசியை (C.thwaitesii) என்பது மேற்கிந்திய மலைத்தொடரிலும், க.லேட்டிஃபோலியஸ் (C.latifolius) என்பது வங்காளம் மற்றும் அஸ்ஸாம் பகுதிகளிலும் க.குருபா (C.guruba) என்பது வங்காளம், ஒரிஸ்ஸா, அஸ்ஸாம், காசிமலைப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. கலாமஸ் ரொட்டாங்க் (Calamus rotang) என்பது பொதுவாகத் தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் க.சூடோடெனூயிஸ் (C.pseudotenueis) என்னும் பிரம்புச் சிற்றினம் உள்ளது. பிரம்புச் சிற்றினங்களுள் க.அந்தமானிக்கஸ் 2.5 - 3.0 செ.மீ. கனமும், க.லேட்டிஃபோலியஸ் 1.5 செ.மீ. கனமும் உள்ள கொடிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. க.லேட்டிஃபோலியஸ் பிரம்பில் 25 செ.மீ. நீளமுள்ள இடைக்கணு (internode) காணப்படுகிறது. மற்றச் சிற்றினங்களில் இடைக்கணு 15 - 20 செ.மீ. நீளமிருக்கும். பிரம்புக் கொடியின் மீது படிந்திருக்கும் சிலிக்கா அதற்கு உறுதியையும் பளபளப்பான தோற்றத்தையும் அளிக்கிறது. கலாமஸ் ரொட்டாங்க் கொடியின் சாம்பலில் மிகுதியாகச் சிலிக்கா இருப்பது கண்டறியப் பட்டுள்ளது. இந்தியாவில் கிடைக்கும் பலவகைப் பிரம்புகளில் கலாமஸ் ரொட்டாங்க் என்பதே மிகச் சிறந்ததும் உறுதி வாய்ந்ததும் ஆகும். இது தென்னிந்தியாவிலும் வளர்கிறது. தென்னிந்தியாவில் மட்டும் பயன்பட்டு வருவது பிரம்பான கலாமஸ் சூடோடெனூயிஸ் ஆகும். சுமத்ரா, சீனா மற்றும் இந்தியாவில் கொச்சிப் பகுதியில் விளைவது மலாக்காப் பிரம்பு ஆகும். இதற்குக் கலாமஸ் சிப்பியோ என்னும் பெயருண்டு. சிங்கப்பூரிலிருந்து நாற்காலி செய்ய இறக்குமதி செய்யும் பிரம்புகளில் மிகச் சிறந்ததாகக் கலாமஸ் கேசியஸ் வகை கருதப்படுகிறது. கலாமஸ் லிமினாலிஸ் வகை ஃபேசிக் குலேட்டஸ் என்னும் பிரம்பு தமிழ்நாட்டில் மட்டுமன்றி ஒரிசாவிலும் வங்காளத்திலும் காணப்படுகிறது.

உறுதியானதும் கயிறுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுவதுமான பிரம்பு வகைகள் கலாமஸ் அக்காந்தோஸ்பேதஸ், கலாமஸ் எக்ஸ்டென்சஸ் என்பனவாகும். க.கேசியஸ் பிரம்பு 6 - 12 மி.மீ. அளவில் கிடைக்கிறது. நாற்காலி செய்ய உதவும் க.சிப்பியோனம் 12 - 37 மி.மீ. அளவில் 4 மீ. அளவு நீளத்தில் கிடைக்கிறது. இதிலிருந்து முதல்தரக் கைத்தடி (walking stick) தயாரிக்கலாம். க.ஆர்னேட்டஸ் மற்றும் க.மர்னான் (C.manan) முதலியவற்றின் கொடிகள் நாற்காலி, கூடை, கைத்தடி, போலோ குச்சி (polo sticks) தயாரிப்பதற்கு உதவுகின்றன. கூர்ச் பகுதியில் ஐந்து ஆண்டுகளில் பிரம்பு விளைந்து விடுகிறது. மலைப் பகுதிக்

காடுகளில் சாதாரணமாக ஆறு ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை பிரம்பு வெட்டப்படுகிறது.

உறுதிமிக்க, எடையற்ற, வளையக்கூடிய பிரம்பு சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. சிங்கப்பூரில் கிடைக்கும் பிரம்பே மிக உயர்ந்ததாகும். பருமன், நீளம், நிறம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் நன்கு முதிர்ந்த பிரம்பை அடிப்பகுதியில் வெட்டி இழுத்து இலைகளைக் கத்தரிப்பர். முதிராத உறுதியற்ற நுனிப்பகுதியை வெட்டி நீக்கி விடுவர். போதுமான நீளத்துண்டுகளாக அறுத்து அதன் மீதுள்ள இலையுறைகளைக் கத்தியால் நீக்குவதுண்டு. இதற்குப் பின்பு மணலைப் பயன்படுத்தித் தேய்த்தபின் நீரில் கழுவுவர். பின்னர், பிரம்பைக் காற்றில் உலர்த்தி 50 அல்லது 100 என்று எண்ணித் துண்டுகளை அடுக்கிக் கட்டிச் சிங்கப்பூருக்கு அனுப்புவர். பிரம்புத்துண்டுகள் நன்றாக உலராவிட்டால் நிறம் மாறியும், சுருங்கியும், எளிதில் ஒடிந்தும் விடுகின்றன. அதனால் உலர வைக்கும் போது காற்றில் ஈரப்பதம் இருப்பதால் பிரம்புத் துண்டுகளை வெப்பம் குறைவான நேரத்திலேயே உலர வைப்பர். சிங்கப்பூரில் பிரம்பைப் பயனுடையதாக ஆக்குவதற்கு இரண்டு மூங்கில் கழிகளுக்கு இடையில் பிரம்பை வைத்துச் சுழற்றித் தேய்ப்பர். இவ்வாறு தேய்த்து முடிந்த பிரம்பை நீரில் கழுவி பின் கந்தகப் புகையில் காட்டி வெளுப்பாக்குவர். இதன் பின் பிரம்பை வெயிலில் உலர்த்தி நிறம், நீளம், பருமன், கணு, தடிமன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் தரம் பிரித்து அடுக்கிக் கட்டுவர்.

வளரியல்பு. தென்னகத்தில் காணப்படும் குறிப்பிடத் தக்க பிரம்பு கலாமஸ் ரொட்டாங்க் என்பதாகும். பிரம்பங்கொடி அதிலுள்ள முள்களைக் கொண்டு பெரிய மரங்களில் நீண்டு படர்ந்திருக்கும். பிரம்பின் கணுப்பகுதியில் வளையம் போன்ற அமைப்பிருக்கும். தண்டு வைக்கோல் நிறத்திலும், வளையும் தன்மையுடனும், உறுதியாகவும் இருப்பது இதன் சிறப்புத் தன்மைகளாகும். இலைகள் 30 - 60 X 15 - 30 அளவிலிருக்கும். சிற்றிலைகள் குறுகிய ஈட்டி வடிவானவை. இவை ஒவ்வொன்றும் 0.7 - 1 செ.மீ. அளவிலான கூர் நுனியுடன் முள் போன்றிருக்கும். இலை நரம்பு நன்கு தெரியும். இலைக்காம்பு குட்டையானது. இலையுறை பளபளப்பானது; இலைக் கக்கத்தில் உண்டாகும் பாளை, கிளைத்தும் 60 செ.மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். பாளையை மூடியுள்ள மடல்கள் உருளை வடிவிலும் ஆங்காங்கே முள்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. பூக்கள் சிறியவை; ஆண் பூக்கள் 3.5 செ.மீ. நீளமானவை; புல்லிவட்டம் கிண்ணம் வடிவானது. மூன்று மடல்களைக் கொண்ட இதன் அளவு 1.5 மி.மீ. ஆகும். புல்லி இதழ்கள் மூன்றும் மஞ்சளாகவும் தனித்தனியாகவும் 2.5 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கின்றன. இதற்கு

ஆறு மகரந்தத்தாள்கள் இருக்கும். உருண்டையான பழங்கள் கொத்துக் கொத்தாகக் காய்த்துத் தொங்கும். ஒவ்வொரு பழத்திலும் ஒவ்வொரு விதையைக் காணலாம். பழத்தின் மேல்தோல் செதில் அடுக்கியது போல் கெட்டியாக இருக்கும்.

பயன். பிரம்பு வடங்களுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது. பெரும்பாலும் கூடை, தட்டி முடைவதற்கும் நாற்காலி

முதலியவை பின்னுவதற்கும் பிரம்பு பயன்படுகிறது. பிரம்பின் மேற்பகுதியே மிகவும் உறுதியானது. பிரம்பைக் கொண்டு கைத்தடி, குடைக்காம்பு முதலியவற்றைச் செய்யலாம். பிரம்பு அமிலத்தால் கெடாதிருப்பதால் அமிலம் வைக்கப் பிரம்புக் கூடைகள் பயன்படுகின்றன. பிரம்புக்கூடை முடையும் தொழில் இந்தியாவில் வங்காளம், பீகார், ரத்தினகிரி, கர்நாடகப்



பிரம்பு செடியும் அதன் பகுதிகளும்



பகுதிகளில் சிறப்பாக நடைபெறுகிறது. இந்தியாவில் பிரம்பு கையால் பிளக்கப்படுகிறது. கலாமஸ் டிராகோ (calamus draco) என்னும் பிரம்பிலிருந்து கிடைக்கும் சிவப்பு நிறப் பிசின் மருந்து, சாயப்பொருள், பற்பொடி ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது. க.ரொட்டாங் பிரம்பின் நுனிக் கொழுந்து கீரையாகப் பயனாகிறது. இதன் கிழங்கைக் குடிநீர் செய்து தரப் பாரிசு வாயு, கீல்பிடிப்பு, காய்ச்சல், வயிற்றுப் போக்கு போன்றவை நீங்கும். இது கால்நடைநோய்களைப் போக்கவும் உதவுகிறது. பிரம்பைப் பிளந்த பின் எஞ்சிய கழிவுகளை அரைத்துத் திணிப்பிப் பொருளாக (stuffing material) பயன்படுத்துவதுண்டு. க.டிரவாங்கோரிகஸ் என்னும் பிரம்பின் தளிர்கள் பசியின்மை, காதுக்கோளாறுகளைப் போக்க உதவும். இது புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மைக் கொண்டது. பழத்தின் உட்பகுதியை மலைவாழ் மக்கள் உண்பர். பழங்கள் கசப்பு கலந்த இன்சுவை கொண்டவை. வெப்ப நாள்களில் இப்பழங்களை விரும்பி உண்ணுவர். மலைவாழ் குடியினர் பிரம்பு வேர்களையும் குருத்துக்களையும் கூட உண்பதுண்டு.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிரம்மகுப்தா

கி.பி.700இல் இந்தியாவில் வாழ்ந்த கணித அறிஞர் பிரம்மகுப்தா (Brahmagupta) வானியல், கணிதவியல் இரண்டிலும் வல்லுநராகத் திகழ்ந்தார்.

கி.பி.628இல் தம் 30 ஆம் வயதில் பிரம்மஸ்புட்ட சித்தாந்த (Brahmasphuta siddhanta) என்னும் நூலை 4 வரிகள் கொண்ட கவிதையாக 24 பிரிவுகளில் எழுதியிருக்கிறார். அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை கணிதாத்தியாயாவில் உள்ள (Ganitadhyaya) வட்ட முக்கோணம், நாற்கரம், நாற்கரம், பூஜ்யம், குறையெண் (negative number) கொண்டுள்ள கணக்குகள், இருபடிச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கும் முறை என்பன. குட்டகாத்தியாயில் (Kuttakadhyaya) முதற்படி, இரண்டாம் படிக்குடைய தேராச் சமன்பாடுகளைத் (Indeterminate equations) தீர்க்கும் முறைகள் உள்ளன. மேலும் ஸ்பஸ்திகார (Spastadhikara) பிரிவில் கோணவியல் குறியீடுகளும் சைன் அட்டவணையும் அடங்கியுள்ளன.

கி.பி.655ஆம் ஆண்டில் வானியலைப் பற்றி எழுதிய கந்தகாதியாக என்னும் நூலில், ஒரு பிரிவில் சைன் அட்டவணையிலிருந்து மற்றக் கோணங்களின் சைன் மதிப்புகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முறை உள்ளது. தொடக்கத்தில்,

பிரம்மகுப்தா, ஆர்யபட்டா Iஐ மிகவும் வெறுத்தாலும், தம் வயதான காலத்தில் ஆர்யபட்டா Iஇன் திறனை நன்கு அறிந்து வானியலில் அவருடைய சில முறைகளைத் தாமும் பின்பற்றியுள்ளார். இவருடைய நூல்கள் கி.பி.8ஆம் நூற்றாண்டில் அரேபிய மொழியில் மொழிபெயர்க்கப்பட்டன என்பது இவருடைய திறனுக்கு சிறந்த சான்றாகும்.

பங்கஜம் சுணேசன்

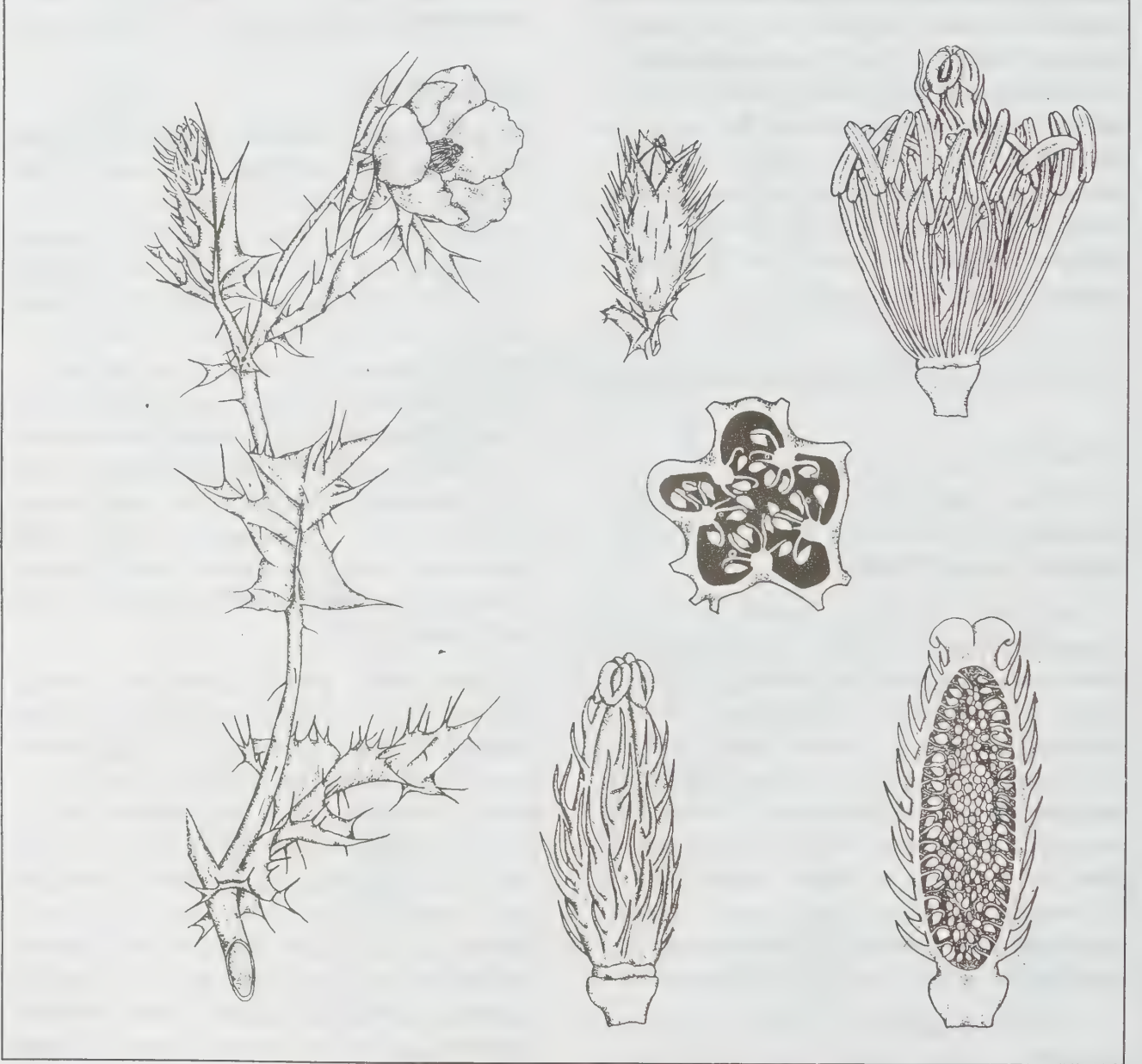
## பிரம்மந்தண்டு

இதற்கு வீமந்தண்டு, குருக்கத்திப்பூண்டு, குடியோட்டுப் பூண்டு, குசம்பை, குருக்கம் என்னும் பெயர்களுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் அர்கிமோன் மெக்சிகானா (Argemone mexicana) என்பதாகும். இது பாப்பாவெரேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இது சாலை ஓரங்களிலும் பல ஆண்டுகள் சாகுபடியில்லாத வறட்சி நிலங்களிலும் நேராக வளரும் ஓராண்டுச் செடியாக விளங்குகிறது. 60 - 120 செ.மீ. உயரம் வளரும். பிரம்மந்தண்டின் தண்டு, இலை, இலைக்காம்பு முதலிய பகுதிகளில் சிறு சிறு முள்கள் இருக்கும். இதன் விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் தயாரித்து விளக்கெரிக்கவும் மசகு பொருளாகவும் (lubricant) பயன்படுத்தலாம். இந்த எண்ணெயை ஆளிவிதை எண்ணெயுடன் கலந்து வர்ணத் தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் புண்ணாக்கைப்பயிர்களுக்கு எருவாகப் பயன்படுத்தலாம். அமெரிக்காவிலிருந்து இந்தக் களைச் செடி இந்தியாவில் எங்கும் பரவிக்காணப்படுகிறது.

வளரியல்பு. தண்டு உருண்டையாக இருக்கும். இலைகள் 15x6.25 செ.மீ. அளவில் மாறி மாறி இலைக்காம்பற்று, தண்டில் காணப்படும். பூக்கள் 5 செ.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டும் தனித்தனியாகவும் செடியின் நுனியில் இருக்கும். இரண்டு இலைகளைப் போன்ற பூவடிச் செதில்கள் (bracts) இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் பெரியவையாக இருக்கும். இவற்றின் அடிப்புறத் திலும் நுனியிலும் சிறு சிறு முள்கள் காணப்படும். அல்லி இதழ்கள் (petals) பளபளப்பான மஞ்சள் நிறத்தில் தலைகீழ் முட்டை வடிவில் இருக்கும். மகரந்தத்தண்டு தனித்தனியாக உண்டாகியிருக்கும். சூலகப்பை மேல்மட்டச் சூலகப்பை அமைப்பிலும் ஒற்றைச் சூலக அறையைக் கொண்டும் இருக்கும். 4 சூலகமுடிகள் சிவப்பு நிறத்தில் இருக்கும். காய்கள் 3.75 செ.மீ. நீளத்திலும் நீள்வட்ட வடிவமாகவும் சிறுமுள்களைக் கொண்டும் இருக்கும்.

மருத்துவப் பண்பு. பிரம்மந்தண்டின் வேர், தண்டு, விதை, இலை முதலியவை மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. இச்செடி சிறுநீரையும், குருதியையும் பெருக்கும். கண் இமை மீது இட, கண்ணோய் அகலும். அரிப்பு, தொழுநோய், தோல் நோய், வீக்கம், வெண்குட்டம், காய்ச்சல் ஆகியவற்றை நீக்கும் பண்பு கொண்டது. காமாலை, தேமல், அரிப்பு ஆகியவற்றிற்கு

இச்செடியிலிருந்து வெளிவரும் மஞ்சள் சாறு உதவும். வேருக்குக் குடற் புழுக்களை அழிக்கும் தன்மை உண்டு. இதன் வேரையும் வெங்காயத்தையும் வைத்து அரைத்துத் தடவ நரம்புச் சிலந்திப் புழு உடனே வெளி வரும். விதை பேதியையும், மயக்கத்தையும் உண்டாக்கும். இரும்பு, தடிமன், ஆஸ்துமா, தொண்டை கரகரப்பு ஆகியவற்றுக்கு இச்செடி உதவும்.



பிரம்மந்தண்டு செடியும் அதன் பருதிகளும்



பிரம்மந்தண்டின் விதை நச்சுத்தன்மை கொண்டது. இதன் விதையில் 22 - 38% உண்ண முடியாத கசப்பான எண்ணெய் உள்ளது. இது தோல் நோய்களை குணமாக்கத் தடவப்படுகிறது. மிகச்சிறிய அளவில் இது பேதி மருந்தாகிறது. மிகையளவில் பயன்படுத்தும் போது இந்த எண்ணெய் வாந்தி பேதியை உண்டாக்கும். இதன் விதையைச் சில சமயங்களில் கடுகுடன் கலந்து விற்பனை செய்வதுண்டு. இவ்வாறு பிரம்மந்தண்டு விதை கலக்கப்பட்ட கடுகு எண்ணெயைச் சமைத்துண்ணும் போது பாண்டு நோய் (dropsy) உண்டாகிறது. இக்கலப்பு எண்ணெயுடன் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கலக்க ஆரஞ்சு சிவப்பு நிறம் உண்டாகும். இம்முறையில் இவ்விதை எண்ணெய்க் கலப்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். பிரம்மந்தண்டு பின்னணாக்கைக் கால்நடைகளுக்கு உணவாகத் தரக்கூடாது. இலைகளை இடித்துக் கசக்கித் தேள் கொட்டிய இடத்தில் தேய்க்க நச்சு இறங்கும். இச்செடியின் இலையை நன்கு இடித்து நசுக்கி அரைத்து உள்ளங்கை, கால் ஆகிய பகுதிகளில் உண்டாகும் காயம், கரப்பான், பேய்ச்சொறி, நமட்டுச்சிரங்கு ஆகியவற்றுக்கு தடவலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிராக்கியோபோடா

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் பல முதன்மையான தொகுதிகளிலும் அடங்காத தனிச் சிறப்புள்ள விலங்குகளை விலங்கினச் சிறுபான்மைத் தொகுதிகளில் சேர்த்துள்ளனர். சிறுபான்மைத் தொகுதியில் உள்ள விலங்குகளை உடற்குழியற்ற சிறுபான்மைத் தொகுதிகள் என்றும், போலி உடற் குழியுடைய சிறுபான்மைத் தொகுதிகள் என்றும், உடற்குழியுடைய சிறுபான்மைத் தொகுதிகள் என்றும் மூவகையாகப் பிரித்துள்ளனர்.

பிராக்கியோபோடா தொகுதியைச் சார்ந்த உயிரிகள் லோபோ போருள்ளவையாகும். ஒட்டி வாழும் இவ்வுயிரிகளில் லாட வடிவில் லோபோபோர் என்னும் உறுப்பு உள்ளது. இவ்வுறுப்பில் உணர் நீட்சிகள் உள்ளன.

பொதுப்பண்பு. பிராக்கியோபோடா கடலடியில் வாழும் இரட்டை ஓடுகளையுடைய சிறிய விலங்காகும். இடம் பெயராத (sedatory) வாழும் இவ்வுயிரியின் அடித்தளத்தில் ஒட்டுவதற்காக ஓர் ஒட்டும் தண்டு (pedicle) உள்ளது. ஓடுகளின் இணைப்பிற்கேற்ப இது ஆர்டிகுலேட்டா (articulata) இனார்டிகுலேட்டா (inarticulata) என இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

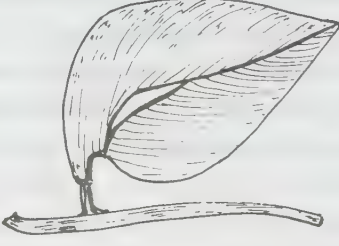
ஆழமற்ற நீர்நிலையிலும் 5000மீ. ஆழமுடைய ஆழ்கடலிலும் வாழ்கிறது. பழமை வாய்ந்த இவ்வுயிரி கேம்ரியன் காலம் முதற்கொண்டு காணப்படுகிறது. இதன் ஓடுகளுக்குள்ளே போர்வைக்குழி உள்ளது. இது ஏனைய உள்ளுறுப்புகளை அடக்கியுள்ளது. வாய்ப்பகுதியைச் சுற்றிலும் இரண்டு வலை போன்ற நீட்சிகளில் வால்கூர் முள்கள் உள்ளன. இவ்வுயிரியின் வயிற்றுக்குழி, போர்வைக்கதுப்புகள் மற்றும் வால்கூர்முட்கள் வரை பரவியுள்ளது. இது உணவுக் குழாய் போன்ற வடிவமுடையது. இக்குழாய் இரைப்பை, குடல், இரண்டு செரிமான சுரப்பிகள் இவற்றைக் கொண்டது.

திறந்த குருதி ஓட்ட மண்டலம் சுருங்கி விரிவடையக்கூடிய பைகளையும் பல உடற்குழி அறைகளையும் கொண்ட குருதி நாளங்களாலும் ஆனது. பொதுவாக ஒரிரட்டைச் சிறுநீரகங்கள், கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகவும், இனப் பெருக்க உறுப்புக் குழாய்களாகவும் வேலை செய்கின்றன. நரம்பு மண்டலம், உணவுக்குழல் சுற்று நரம்பு வளையத்தாலான நரம்புத் திரள்களைக் கொண்டது. பிராக்கியோபோடா மிகக் குறைவான உணர் உறுப்புகளையே பெற்றுள்ளது.

பெரும்பாலும் இது ஒரு பால் உயிரிகளாகும். ஆனால் சில இரு பால் விலங்குகளும் இருப்பதுண்டு. இதன் இனப்பெருக்கவுறுப்புகள் இடைச் சுவர்களிலிருந்து வளர்கின்றன. பிளவுப் பெருகலின் பொழுது, கருக்கோளச் செல்கள் சமமாகப் பிரிகின்றன. வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் இளவுயிரி உண்டு. தற்போது இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த உயிரிகள் ஏறக்குறைய 260 வகைகளாகக் காணப்படுகின்றன.

ஆர்டிகுலேட்டா. இதன் இரண்டு ஓடுகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று பந்தகத்தினால் (hinge) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அப்பகுதி அலகு எனப்படும்.

இனார்டிகுலேட்டா. இதில் இரண்டு ஓடுகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று பந்தகத்தினால் இணையாது, தசைகளாலேயே இணைந்துள்ளன. பிராக்கியோபோடாவில் முதுகுப்பக்க ஓடும் (dorsal valve) கீழ்ப்பக்க ஓடும் (ventral valve) காணப்படுகின்றன. சிலர் மேலோட்டைப் பிராக்கியல் என்றும், கீழ் ஓட்டை பெடிகிள் என்றும் அழைக்கின்றனர். கீழ் ஓடு நீளமானது. இதன் முனையில் பற்கள் உண்டு. இதன் பின் முனையில் ஒரு துளை உள்ளது. இதன் உட்புறத்தில் ஓர் உள்ளுறுப்பு (brachidine) உள்ளது. தசையாலான உடல் பிராக்கியா (brachia) எனப்படுகிறது. இந்த உடலுக்குப் பிராக்கிடியம் ஓர் ஆதார உறுப்பாக உள்ளது. உடலும், ஓடுகளும் இருபக்கச் சமச் சீரமைப்புடையவை.



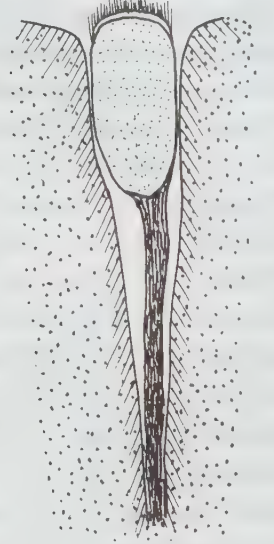
ஒடுகளமைப்பு



ஒரு கடல் வாழ் காலனி



ஒரு நன்னீர்க் காலனி



லிங்குலா

## பிராக்கியோபோடா

ஆர்டிகுலேட்டா வகுப்பில், பாலியோட்ரிமெடா, பிரோட்ரிமெட்டா என இரு வரிசைகள் உண்டு. இனார்டிகுலேட்டா வகுப்பில், ஏட்ரிமெடா (atremata), நியோட்ரிமெடா (neotremata) என இரு வரிசைகள் காணப்படுகின்றன.

ஆர்டிகுலேட்டாவின் உடலமைப்பும் தகவமைப்பும். இதன் ஒடுகள் இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து தாமே மூடித் திறக்கும் இயக்கத்தை உடையவை. இந்த ஒடுகள் முட்டை வடிவாகவும் சமமற்றும் விளங்குகின்றன. இவை பொதுவாக குவிந்த ஒடுகள் ஆகும். இரண்டு ஒடுகளும் பின்முனையில் பந்தகத்தினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த ஒடுகள் புத்தகத்தின் தாள்களைப் போல மூடித் திறப்பன. ஒவ்வொரு ஒட்டிலும் ஒரு முக்கோண வடிவத் துளை உள்ளது. ஒடு பெரும்பாலும் கால்சியம் கார்பனேட்டால் ஆனது. அனைத்து ஆர்டிகுலேட் பிராக்கியோபோடாக்களிலும் மேல் ஒடு பிராக்கியல் ஒட்டில் இணைந்து இருப்பதில்லை. தற்போது காணப்படும் ஆர்டிகுலேட்டா விலங்குகளில் மலப்புழை இருந்திருக்கலாம் எனப் புதைவுயிரிகளின் ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. இவ்வுயிரிகளின் உடலுக்கு

ஆதாரமாகச் சுண்ணத்தாலான பலவகைத் தாங்கிகள் வளர்ந்திருக்கின்றன. தற்கால கடல்வாழ் உயிரிகளில், ஆர்டிகுலேட்டா ஒரு சிறு பகுதியாகும். ஆனால் புதை வடிவங்களாக உள்ள ஆர்டிகுலேட்டா தன் மொத்த எண்ணிக்கையிலும், குடும்பங்களிலும், எண்ணிக்கையிலும் தலைசிறந்தது. இவ்வகை உயிரி பல்வேறு குடும்பங்களில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ரஸ்டெல்லா, குடோர்ஜினா ஆகியவை தற்போது வாழும் இவ்வகை உயிரிகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

இனார்டிகுலேட்டா சிறப்பு பண்பு. இதன் ஒடுகள் கூம்பு வடிவமாகவோ நாக்கு வடிவமாகவோ உள்ளன. இரண்டு ஒடுகளும் தசைகள் மூலமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒடு கைடினோ பாஸ்பேட் (chitinophosphate) என்னும் பொருளாலோ சுண்ணத்தாலோ ஆனது. ஒடு பெரும்பாலும் வட்ட வடிவமாகவோ முட்டை வடிவமாகவோ உள்ளது. கூம்பு வடிவம் கொண்ட உயிரிகளில், ஒடு ஒரு சிறு தண்டு மூலம் ஏதாவது ஒரு தளத்தில் ஒட்டியுள்ளது. இவ்வுயிரிகளின் தசை மண்டலம் சிக்கலான அமைப்புடையது. பொதுவான இவ்வுயிரியின் வாழ்க்கை முறை, வயிற்றுக்குழி ஆகியவை

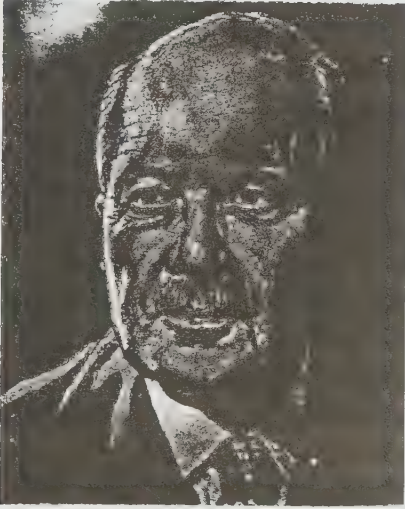


சிறுபான்மைத் தொகுதியின் பொதுப்பண்புகளில் விளக்கியவாறே அமைந்துள்ளன. எ - டு: மெஜினானியா, லிங்குலா, பெட்ரோகிரேனியா என்பன.

உத்தமன்  
எஸ். அசோகன்

## பிராக், சர் (வில்லியம்) லாரன்ஸ்

லாரன்ஸ் பிராக் (Lawrence Bragg) 1890 ஆம் ஆண்டு மார்ச் 31ஆம் நாள் தென் ஆஸ்திரேலியாவில் பிறந்தார். இவர் எக்ஸ்-கதிர் படிக்கவியலார் (crystallographer) ஆவார். இவர் 1912 இல் எக்ஸ்-கதிர் விளிம்பு விளைவின் பிராக் விதியைக் கண்டறிந்தார். இது படிக்கக் கட்டமைப்பைக் கண்டறிவதற்கு அடிப்படையாக உள்ளது. இவர், தம் தந்தையார் சர் வில்லியம் பிராக்டுடன் இணைந்து 1915ஆம் ஆண்டின் இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார். 1941இல் வீரத் திருத்தகைப் பட்டம் பெற்றார்.



இவர் வில்லியம் பிராக்கின் மூத்த மகனாவார். இவருடைய பாட்டனார் சார்லஸ் டாட் என்பார் தென் ஆஸ்திரேலியாவில் முதன்மை அஞ்சலக அலுவலராகவும் அரசு வானியலராகவும் பணியாற்றினார். அங்கு, பிராக் அட்டைபிடிப்பது தரைய பீட்டர் கல்லூரியில் பயின்றார். அட்டைபிடிப் பல்கலைக்கழகத்தில் இவர் கணிதவியலில் மிகச் சிறந்து காணப்பட்டார்.

1909 இல் இவர் இங்கிலாந்து சென்று கேம்பிரிட்ஜிலுள்ள டிரினிட்டி கல்லூரியில் சேர்ந்தார். அங்கு இவர் இதற்கு முன் தாம் படிக்காத இயற்பியல் பாடத்தைப் பயிலத் தொடங்கினார்.

1912இல் இவருடைய தந்தையார், எக்ஸ்-கதிரைப் படிக்கத்தினுள் செலுத்தினால் விளிம்பு விளைவு ஏற்படுகிறது என்பது பற்றிய மாக்ஸ் வான் லூயி என்னும் ஜெர்மன் இயற்பியலார் எழுதிய நூலைப் பற்றிக் கோடை விடுமுறையில் பிராக்கிற்கு மிகத் தெளிவாக விளக்கினார். கேம்பிரிட்ஜிலிருந்து திரும்பியதும் இவர் லூயி என்பாரின் எக்ஸ்-கதிர் விளிம்பு விளைவு விளக்கம் தவறானது எனக் கருதினார். இதைப் பற்றித் தொடர் ஆய்வு செய்து இறுதியில் பிராக் சமன்பாட்டைக் (bragg equation) கண்டறிந்தார். இச்சமன்பாடு எக்ஸ்-கதிர் விளிம்பு விளைவின் அடிப்படை ஆகும். இது எக்ஸ்-கதிர் பட்டையின் சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டு படிக்கக் கட்டமைப்பை ஆய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. மேலும் இவர் இரு வகையான அணுக்களைக் கொண்ட கல் உப்புப் (rock salt) பற்றி ஆய்வு மேற்கொண்டார். இக்காலக்கட்டத்தில் இவருடைய தந்தை எக்ஸ்-கதிர் நிறமாலை அளவியைக் கண்டறிந்தார். இது எக்ஸ்-கதிர் அலைநீளத்தைக் கண்டறிய இவருக்குப் பெரிதும் பயன்பட்டது.

1914இல் பிராக் டிரினிட்டி கல்லூரியின் இயற்கை அறிவியலின் விரிவுரையாளராகப் பொறுப்பேற்றார். பின்னர் அமெரிக்க அறிவியல் சார் கல்வி நிறுவனம் இவருக்கும் இவருடைய தந்தைக்கும் இணையாகப் பெர்னார்டு தங்கப்பதக்கத்தை அளித்துச் சிறப்பித்தது. 1915 - 1919இல் முதலாம் உலகப் போர் நடைபெற்ற போது இவர் பிரான்சிலிருந்த ஆங்கிலேயப் படைத் தலைமையகத்தில் ஒளி நெடுக்கத் தொழில்நுட்பத் துறையின் ஆலோசகராகப் பணியாற்றினார். பின்னர் பிராக், விக்டோரியா பல்கலைக்கழகத்தில் ரூதர்போர்டைத் தொடர்ந்து இயற்பியல் பேராசிரியரானார். அங்கு இவர் முதல் ஆய்வு மையத்தை உருவாக்கி அதில் உலோகங்கள், உலோகக் கலவைகள், சிலிக்கேட்டுகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி ஆய்வுகள் செய்தார். இவர் சிலிக்கேட்டுகளின் கட்டமைப்பைக் கண்டறிந்தார்.

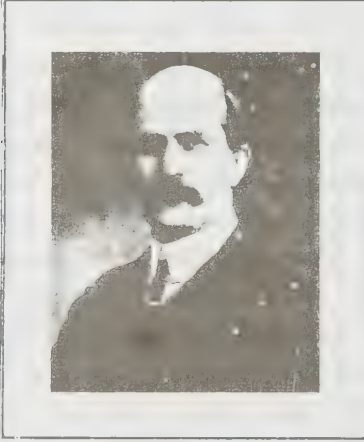
1921இல் இவர் அலைஸ் ஹோப்ஸ்கின் என்பாரை மணந்தார். இவருடைய துணைவியார் இவருடைய ஆய்விற்குப் பெரிதும் துணை புரிந்தார். பின்னர் இவர் ராயல் கழக உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1937-1938இல் பிராக் தேசிய இயற்பியல் ஆய்வகத்தின் இயக்குநராகப் பணியாற்றினார். பின்னர் 1954இல் இவர் லண்டனிலுள்ள ராயல் பயிலகத்தின் இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்றார். அங்கு இவர் பள்ளி மாணவர் களுக்கெனவும், ஆசிரியர்களுக்கெனவும் பயிற்சி

வகுப்புகளைத் தொடங்கினார். வானொலி, தொலைக்காட்சி ஆகியவற்றில் பிராக் பல சொற்பொழிவுகள் ஆற்றியுள்ளார். பிராக் தம் அறிவியல் ஆய்விலிருந்து 1965இல் ஓய்வு பெற்றார். இவர் 1971 ஆம் ஆண்டு ஜூலை முதல் நாள் இங்கிலாந்தில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பிராக், சர் வில்லியம் (ஹென்றி)

இவர் ஆங்கிலேயத் தின்மநிலை இயற்பியலார் ஆவார். சர் வில்லியம் பிராக் (Sir William Bragg) இங்கிலாந்திலுள்ள விக்டன் என்னுமிடத்தில் 1862 ஆம் ஆண்டு ஜூலை 2 ஆம் நாள் பிறந்தார். இவருக்கும், இவருடைய மகனாக சர் லாரன்ஸ் பிராக் என்பாருக்கும் 1915ஆம் ஆண்டிற்கான இயற்பியல் நோபல் பரிசு படிக்கக் கட்டமைப்புப் பற்றிய ஆய்விற்காகப் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டது. இவர் 1920இல் வீரத் திருத்தகைப் பட்டம் பெற்றார்.



வில்லியம் பிராக்கின் தந்தை படிப்பறிவற்ற விவசாயக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தவர். இவருடைய தாய் ஓர் உள்ளூர் மத குருவின் மகள் ஆவார். இவருடைய ஏழாம் வயதில் தாயார் இறந்து விட்டார். பின்னர் இவர் தம்முடைய இரண்டு மாமாக்களின் வீட்டில் வசித்தார். இங்கு இவர் ஒரு பழமை வாய்ந்த பள்ளியில் பயின்றார். 1875 இல் இவருடைய தந்தை இவரை மன்னர் வில்லியம் கல்லூரியில் உள்ள பள்ளியில் சேர்த்தார். அப்பள்ளியில் பயிலத் தொடக்கத்தில் பிராக் சற்றுக் கடினப்பட்டார். பின்னர் அவர் தம் பாடங்களிலும் விளையாட்டுக்களிலும் முதன்மை மாணவராகத் திகழ்ந்தார்.

இவர் பள்ளி இறுதியாண்டுப் படிக்கும் போது மதக் கல்வரம் புயல் போலப் பரவியது. 1941 இல் கேம்பிரிட்ஜில் 'அறிவியலும் நம்பிக்கையும்' பற்றி உரையாற்றினார். "The World of Sound" என்னும் நூலில் 'மனிதனின் தேவைக்காக மதம் தோன்றியது! அறிவியலின் மூலம் அவனுடைய திறமை வெளிப்படுகிறது' எனக் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

1882இல் கேம்பிரிட்ஜிலுள்ள டிரினிட்டி கல்லூரி இவருக்கு உதவித் தொகை வழங்கியது. இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு கணிதவியல் இறுதித் தேர்வில் மூன்றாமிடத்தில் தேர்ச்சிப் பெற்றார். இவ்வருஞ்செயல் காரணமாக இவருக்கு 1885 இல் அட்வெடி இளைஞர் பல்கலைக்கழகத்தில் கணிதவியல் மற்றும் இயற்பியல் பேராசிரியர் பதவி அளிக்கப்பட்டது. அங்கு இவர் தம்மை மேம்படுத்திக் கொண்டது மட்டுமன்றி ஆய்வகத்திற்கும் பயிற்சிக்கும் தேவையானவற்றையும் மேம்படுத்தினார். 1912 இல் இங்கிலாந்திலிருந்து திரும்பிய பிறகு பிராக், அயனியாக்க நிறமாலை அளவியை வடிவமைத்தார். எக்ஸ்-கதிர் மற்றும் நியூட்ரான் சரியான அலை நீளங்களையும் படிக்கச் செய்திக் குறிப்புகளையும் கண்டறிந்தார்.

1904இல் பிராக், ஆஸ்திரேலிய அறிவியல் மேம்பாட்டுக் கழகத்தின் இயற்பியல் பிரிவின் தலைவரானார். அங்கு இவர் பல அடிப்படை ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார். ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்கள் பற்றிய இவருடைய ஆய்வைக் கவனித்த ரூதர்ஃபோர்டு என்னும் இயற்பியலார் இவருக்கு ராயல் கழகத்தில் உதவிகள் கிடைக்கப் பரிந்துரை செய்தார். பின்னர் 1907இல் இவர் ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். ஓராண்டிற்குப் பிறகு இவருக்குப் பேராசிரியர் பதவி அளிக்கப்பட்டது. அங்கு இவர் காமாக் கதிர்களும் எக்ஸ்-கதிர்களும் துகள் பண்பைப் பெற்றிருக்கின்றன எனக் கண்டறிந்தார்.

1912 இல் ஜெர்மன் இயற்பியலாரான மாக்ஸ் வான் லூயி என்பார் எக்ஸ்-கதிர், படிக்கங்களில் விளிம்பு விளைவை ஏற்படுத்தும் எனக் கண்டறிந்தார். எக்ஸ்-கதிர், ஒளியைப் போலவே அலைப் பண்பைப் பெற்றுள்ளது என்றும் குறைந்த அலைநீளம் கொண்டது என்றும் குறிப்பிட்டார். பிராக்கும், கேம்பிரிட்ஜில் இயற்பியல் படித்துக் கொண்டிருந்த அவருடைய மூத்த மகனுமான வில்லியம் லாரன்ஸ் என்பாரும் இணைந்து படிக்கக் கட்டமைப்பை எக்ஸ்-கதிர் கொண்டு ஆய்ந்தனர். இந்த ஆய்விற்காக இவர்களுக்கு 1915இல் ஆண்டின் இயற்பியல் நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டது.



முதலாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு நீர் மூழ்கி கருவிகளைப் பற்றி ஆய்ந்தார். பின்னர் பிராக் லண்டனிலுள்ள பல்கலைக்கழகக் கல்லூரியில் படிக்கவியல் ஆய்வு மையத்தைத் தொடங்கினார். இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் அறிஞரான ஜேம்ஸ் டீவார் என்பார் இறந்த பிறகு ராயல் பயிலகத்திற்கும் டேவி பாரடே ஆய்வகத்திற்கும் இயக்குநரானார். அங்கு இவர் பல இளம் அறிவியலாளர்களை ஊக்கப்படுத்தி பல ஆய்வுகளைச் செய்ய தூண்டினார். பிராக் ஒரு சிறந்த அறிவியல் பேச்சாளரும் எழுத்தாளரும் ஆவார். குழந்தைகளுக்காக இவர் ஆற்றிய சொற்பொழிவுகள் நூலாக வெளிவந்த போது விற்பனை பன்மடங்காகப் பெருகியது. இவரும், இவருடைய துணைவியாரும் இணைந்து மிகு தொலைவிலிருந்து வரும் அறிவியலாளர்களை வரவேற்பதற்கெனத் தனி அலுவலகத்தை ஏற்படுத்தினர். இவர் 1935-1940 இல் ராயல் கழகத்தின் தலைவராகப் பணியாற்றினார். இவர் பல பரிசுகளையும் பாராட்டுகளையும் பெற்றிருந்தாலும் மிகவும் எளிமையாகவே காணப்பட்டார். இவர் 1942 ஆம் ஆண்டு மார்ச் 12 ஆம் நாள் லண்டனில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பிராகே, டைக்கோ

இவர் டேனிஷ் நாட்டு வானியலார் ஆவார். டைக்கோ பிராகே (Tycho Brahe) 1546ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 14ஆம் நாள் பிறந்தார். இவர் வானியல் கருவிகளை மேம்படுத்தி விண்மீன்களின் இட அமைவைக் கண்டறிந்தார். இவர் தொலை நோக்கியைக் கண்டறிவதற்கு முன்பே சூரிய குடும்பத்தைப் பற்றியும் 777 விண்மீன்களின் இட அமைவையும் கண்டறிந்தார்.

டைக்கோவின் தந்தை அரசவைக் குழு உறுப்பினர் ஆவார். இவருடைய செல்வமிக்க குழந்தையற்ற மாமா சிறுவயதிலேயே இவரை அழைத்துச் சென்றுவிட்டார். பின்னர் இவருடைய இளமைக் கல்விக்கும் அவரே துணை புரிந்தார். 1559 - 1562இல் இவர் கோப்பர்ஹாஜன் பல்கலைக்கழகத்தில் சட்டப்படிப்புப் பயின்றார்.

பல முதன்மையான இயற்கை நிகழ்வுகள் பிராகேவைச் சட்டத்துறையிலிருந்து வானியல் துறைக்கு மாற்றின. இதில் முதல் நிகழ்வு 1560ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 21ஆம் நாள் ஏற்பட்ட சூரியக் கிரகணத்தின் கண்டுபிடிப்பு ஆகும். இது இளம் மாணவர்களிடையே ஆர்வத்தையும் வியப்பையும்

ஏற்படுத்தியது. ஆனால் பிராகே இதன் உண்மை நிகழ்வைக் கருத்தில் கொண்டார். இவருடைய மாணவப் பருவத்தில் பகல் நேரத்தில் சமுதாயச் சட்டம் பற்றியும் இரவு நேரத்தில் விண்மீன்களைப் பற்றியும் விரிவுரை ஆற்றினார். இவருடைய கணிதவியல் பேராசிரியர் வானியல் நூல்களைத் தந்து ஊக்கமளித்தார். ஏனைய ஆசிரியர்கள் இவருக்குச் சிறு வான் கோளத்தை (globes) வடிவமைக்க உதவினர். இதைக் கொண்டு விண்மீன்களின் இட அமைவைக் கண்டறிந்தார்.

1562இல் பிராகே அவருடைய மாமா லீப்ஜிக் பல்கலைக்கழகத்திற்கு அனுப்பினார். அங்கு இவர் 1565 வரை கல்வி பயின்றார். 1563ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டில் பிராகேவின் வாழ்க்கையில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வு ஏற்பட்டது. அப்போது அவர் வியாழன் மற்றும் சனிக் கோள்களின் குறுக்கீட்டை முதன் முதலில் பதிவு செய்தார். பின்னர் கோள்களின் இட அமைவைக் கண்டறிந்தார். கோப்பர்நிக்கசின் அட்டவணைக்கும் இவருடைய கண்டுபிடிப்பிற்கும் சில வேறுபாடுகள் காணப்பட்டன. பின்னர் பல வானியல் அட்டவணைகளைச் சேகரித்து உண்மையான தகவல்களை அட்டவணைப்படுத்த முயன்றார்.

1565 - 1570இல் ஐரோப்பாவிற்குப் பயணம் மேற்கொண்டார். அங்கு விட்டன்பெர்க் ரோஸ்டாக் போன்ற இடங்களுக்குச் சென்று வானியல் கருவிகளைப் பற்றித் தெளிவாக ஆய்ந்தார். பின்னர் 1571இல் ஸ்கானியா சென்று அங்குத் தம் உறவினரின் உதவியுடன் சிறிய வானியல் ஆய்வகத்தை நிறுவினார். இங்கு முதன்மையான பல வானியல் நிகழ்வுகள் ஏற்பட்டன. 1572ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 11ஆம் நாள் திடீரென வெள்ளிக் கோளைவிட ஒளியிக்க புதிய விண்மீன் ஒன்றைக் கண்டார். அந்த புதிய விண்மீனை மிகவும் விழிப்பாக நோக்கினார். இவ்விண்மீன் சந்திரனுக்கு நீண்ட தொலைவில் உள்ளது எனக் கண்டார். அப்போது உலகம் இதை அமைதியைக் கெடுக்கும் கண்டுபிடிப்பாக கருதியது. 1572 இல் காசிப்போயியாவில் ஒரு புதிய விண்மீனைக் கண்டறிந்தார். 1573இல் 'De nova stella' என்னும் நூலை இவர் வெளியிட்டார்.

1573இல் இவர் கிறிஸ்டைன் என்பாரை மணந்தார். இவர்களுக்கு எட்டுக் குழந்தைகள் பிறந்தனர். 1576இல் மன்னர் இரண்டாம் பிரடெரிக் ஜெர்மனியில் இவருடைய வானியல் ஆய்வகத்தை விரிவுபடுத்தினார். இங்கு டைக்கோ பல ஆய்வாளர்களுடன் இணைந்து வானியல் ஆய்வுக் குறிப்புகளைச் சேகரித்தார்.

பிராகே சிறந்த அறிவியலராகவும் ஒவியருமாகவும் விளங்கினார். மிகவும் அழகுவாய்ந்த ஒவியங்கள் பலவற்றை இவர் வரைந்துள்ளார். தம் ஆய்வுக்கட்டுரைகளை வெளியிடுவதற்காக தனி அச்சகத்தை உருவாக்கினார். இத்தாலிய மற்றும் டச்சு ஒவியங்களைக் கொண்டு தன் வானியல் ஆய்வகத்தை எழில்படுத்தினார். இவ்வானியல் ஆய்வகம் டைக்கோவின் மன்னருக்கும், நண்பர்களுக்கும் நிறைவளிக்கும் வகையில் முன்னேற்றம் அடைந்தது. பின்னர் இது ஒரு வானியல் பயிலகமாக மாறியது.

1588இல் ஃபிரடெரிக் இறந்த பிறகு இவருடைய மகனான நான்காம் கிறிஸ்டியனுடன் டைக்கோவின் செல்வாக்குச் சரியவே இவருக்குக் கொடுத்து வந்த உதவித் தொகை நிறுத்தப்பட்டது. 1597 இல் இவர் டைக்கோவின் என்னுமிடத்திற்குச் சென்றார். பின்னர் 1599 இல் ஜோகன்ஸ் கெப்ளர் என்னும் வானியலாரை ஆதரித்த பிராக்கி மன்னர் இரண்டாம் ரூடால்ஃப் என்பாரைச் சந்தித்தார். ரூடால்ஃப் இவருடைய ஆய்விற்கான உதவிகளைச் செய்தார்.

பிராகே தம் ஆய்வைப் பிராக்கியில் தொடர்ந்தார். இறுதியில் தம் ஆய்வுக் குறிப்புகளைக் கெப்ளரிடம் விட்டுச் சென்றார். கெப்ளர் இந்த ஆய்வுக் குறிப்புகளை நியூட்டனின் ஆய்வு ஒப்பீட்டிற்குப் பயன்படுத்தினார். இவர் 1601 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 24 ஆம் நாள் பிராக்கியில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

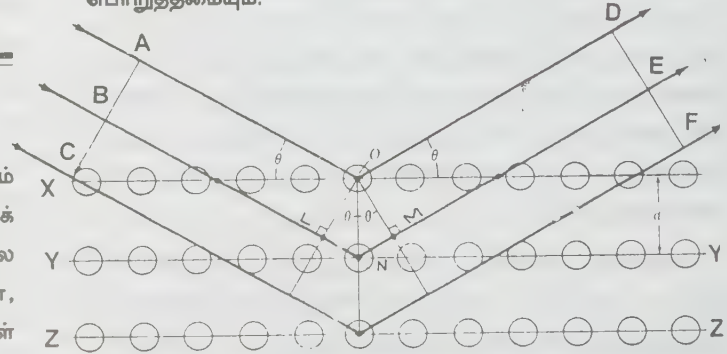
## பிராக் விதி

திண்மப் பொருள்கள் படிநிலை, வடிவமற்றவை என்னும் இரண்டு நிலைகளில் உள்ளன. படிநிப் பொருள்களுக்குக் குறிப்பிட்ட , ஒழுங்கான வடிவம் மற்றும் உருகுநிலை ஆகியவை உண்டு. இவற்றின் வெப்பங்கடத்தும் திறன், ஒளிவிலகல் எண், மீள் தன்மை முதலிய பண்புகள் படிநித்தின் திசைக்குத் தகுந்தவாறு மாறும் தன்மையுடையன. இவற்றைப் பலதிசைப்பண்புப் (anisotropic) பொருள்கள் என்பர். இவை கனசதுரம், நான்முகம், எண்முகம் போன்ற அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

இப்படிநிகளிலுள்ள அடுத்தடுத்த தளங்களையும் அவற்றின் இடைத் தொலைவையும் கண்டறிய எக்ஸ் கதிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. படிநிகள் எக்ஸ் - கதிர்களை விளிம்பு விளைவு (diffraction) செய்யலாம் என

1913இல் வான் லோ என்பார் கண்டறிந்தார். எக்ஸ் - கதிர்களின் அலை நீளம் ( $10^{-8}$  செ.மீ.) படிநிகளிலுள்ள அணுக்களின் இடைத் தொலைவிற்கு ( $10^{-8}$  செ.மீ.) ஒரளவு சமமாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம் எனக் கண்டறியப்பட்டது. படிநிகளை முப்பரிமாணக் கீற்றணியாகப் (grating) பயன்படுத்தலாம் என்பதை அறிந்த பிறகு, டபிள்யு. எல். பிராக் என்பவர் , 1913 இல் எக்ஸ் கதிர்களைப் பயன்படுத்தி படிநிக் கட்டமைப்பை ஆராய்ந்தார். இதற்கு முன் அவருடைய தந்தை டபிள்யு. ஹெச். பிராக் என்பாரும் எக்ஸ் - கதிர்களைப் படிநி ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தினார். அலைநீளம், படுகோணம், அணுத்தள இடைத்தொலைவு ஆகியவற்றைத் தொடர்புப்படுத்திப் பிராக் என்பார் ஒரு சமன்பாட்டை உருவாக்கினார். இதற்குப் பிராக் சமன்பாடு (Bragg equation) என்று பெயர்.

படிநிகள் எக்ஸ் - கதிர்களை ஒளிச் சிதறலடையச் செய்வதை, அடுத்தடுத்துள்ள அணுக்கட்டமைப்புத் தளத்திலிருந்து எதிரொளிக்கப்படுவதற்கு ஒப்பிடலாம் எனப் பிராக் குறிப்பிட்டார். ஆனால் சாதாரண ஒளியின் எதிரொளிப்புப் போன்று அமையாமல் எக்ஸ் கதிர்களின் பிரதிபலிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் மட்டுமே நிகழும். இக்கோணம் எக்ஸ்-கதிர்களின் அலைநீளம் மற்றும் அணுத்தள இடைத்தொலைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தமையும்.



XX', YY', ZZ' ஆகியவை படிநித்திலுள்ள ஒரே வகையான கூட்டமைப்புத் தளங்களாகும். இவற்றிற் கிடையேயுள்ள தொலைவு d, படுகோணம்  $\theta$  உள்ள எக்ஸ் கதிர்க் கற்றை படிநித்தின் மீது விழுவதாகக் கொள்ளலாம். இவற்றில் சில கதிர்கள்  $\theta$  அளவு விடுகோணமுடைய கதிர்களாக மேல் தளத்தில் மீட்சியடையும். சில கதிர்கள் தளத்தை ஊடுருவிச் சென்று அடுத்த தளத்தில் மீட்சியடையும் ABC, DEF என்னும் இரண்டு



தளங்களைப் படுகதிர், விடுகதிர் ஆகியவற்றிற்கு முறையே செங்குத்தாக இருக்கும் படி வரையலாம். AO என்னும் கதிர் மேல் தளத்தில் O என்னும் இடத்திலும் BN என்ற கதிர் உள்தளத்தில் N என்னும் இடத்திலும் மீட்சியடைகின்றன. படத்தில் உள்ளபடி AOD என்னும் பாதைக்கும் BNE என்னும் பாதைக்கும் உள்ள வேறுபாடு முழு எண் அலை நீளமாகவிருப்பின், இவ்விரண்டு எக்ஸ் கதிர்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து வலிமையான எக்ஸ் கதிர் கற்றையை வெளியே மீண்டு வரச் செய்யும். OL மற்றும் OM என்னும் கோடுகளை BN மற்றும் NE க்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்படி வரையலாம். பாதை வேறுபாடு ( $\delta$ ) பின் வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது.

$$\delta = LN + NM$$

இது அலைநீளத்தின் முழு எண் பெருக்கு தொகைக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

$$\text{அதாவது, } n\lambda = LN + NM$$

OLN மற்றும் OMN என்னும் இரண்டு முக்கோணங்களும் ஒத்த வடிவாக உள்ளமையால்,

$$LN = NM$$

$$\text{எனவே, } n\lambda = 2LN$$

$$\text{அல்லது } n\lambda = 2d \sin \theta$$

இச்சமன்பாட்டிற்குப் பிராக் சமன்பாடு என்று பெயர்.  $\theta$ ,  $n$  மற்றும்  $\lambda$  ஆகியவற்றின் மதிப்பு தெரியுமானால் அணுத்தள இடைத் தொலைவைக் ( $d$ ) கணக்கிடலாம். இச்சமன்பாடு மேலே கூறப்பட்டுள்ள இரண்டு இணை தளங்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் உள்ளேயுள்ள இணைத் தளங்களுக்கும் பொருந்தும். எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட படிகத்தில், குறிப்பிட்ட தளங்களினிடையே  $d$  மாறாது.  $\lambda$  ஐயும் மாறாமல் வைத்திருந்தால் மேலேயுள்ள சமன்பாட்டில்  $\theta$  வுக்குத் தகுந்தவாறு " $n$ " மாத்திரம் மாறும்.  $\theta$  அதிகரித்தால்  $n$ ம் அதிகரிக்கும்.  $n$  முழு எண்ணான 1, 2, 3, 4 என்னும் மதிப்பைப் பெற்றிருந்தால் மீள்கதிர் ஒளிரும்.  $n$  பின்ன மதிப்பைப் பெற்றிருப்பின் இரண்டு வலிமை வாய்ந்த மீள் ஒளிக்கற்றைக்கு நடுவில் ஒளிமங்கிய இடம் காணப்படும். எக்ஸ் கதிரின் தொடுகோணமாகிய  $\theta$ -வை வேறுபடுத்தினால் எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை (X-ray spectrum) கிடைக்கப் பெறுகிறது.  $n$ -ன் மதிப்பு 1, 2, 3, 4 என்னும் முழு எண்ணிற்குச் சமமாக இருக்கும் போது, நிறமாலை முறையே முதல்வரிசை நிறமாலை, இரண்டாம் அ.க.15-28

வரிசை, மூன்றாம் வரிசை, நான்காம் வரிசை நிறமாலைகளாகக் குறிக்கப்படுகிறது.  $n$  - ன் மதிப்பு அதிகரிக்க அதிகரிக்க நிறமாலையின் ஒளி மங்கலாகிறது. ஆகையால் படிகத்தின் ஆய்விற்கு முதல்வரிசை எக்ஸ்கதிர் நிறமாலையையே பயன்படுத்தப்படும்.

வே. ராமசாமி

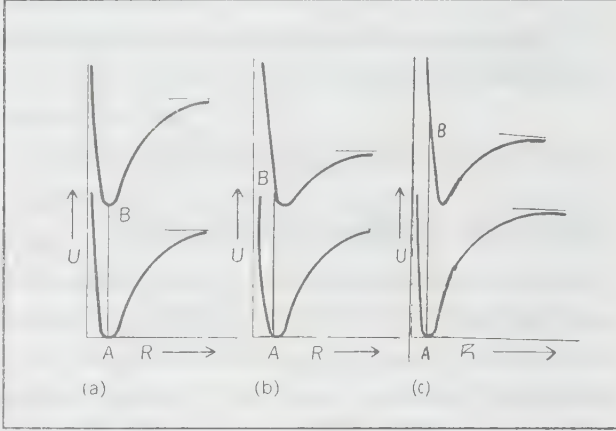
துணைநூல். Rakshit, *Physical Chemistry*, Sarat Book House, Calcutta.

## ஃபிராங்க் - காண்டன் கொள்கை

எலெக்ட்ரான்கள் இடம்பெயரும் நுண்ணொடிப் பொழுதிற்குள் அணுக்கருக்கள் இருக்கையிலும் உந்தத்திலும் மாறுபாடு காண்பதில்லை எனக் கூறும் கொள்கையே ஃபிராங்க் - காண்டன் (Franck - condon) கொள்கையாகும். இக்கொள்கை எலெக்ட்ரான் நிரலியலில் முதன்மை பெற்றுள்ளது. எலெக்ட்ரான் இடம்பெயர்வதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வுக்கும் சுழற்சிக்கும் போதுமானவையாகையால் இவ்விரு வகை நிரல்களும் எலெக்ட்ரான் நிறமாலையில் நுண்வரி அமைப்புகளாக இடம் பெறுகின்றன. எலெக்ட்ரான் இடமாற்றம் நிகழ்கையில் அதிர்வு நிலை மாற்றம் எவ்வாறு நிகழ்கிறது என அறிவதற்கு மூலக்கூறுகளின் நிலை ஆற்றல்-அணு இடைத் தொலைவு வரைபடங்கள் உதவுகின்றன. ஓர் ஈரணு மூலக்கூறின் நிலை வரைபடம் இந்தியாவைப் போலிருக்கும் (படம்.1). எலெக்ட்ரானின் தாழ்மட்ட ஆற்றல் நிலை, கிளர் நிலை ஆகிய ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு வரைபடம் உண்டு. ஒவ்வொரு வரைபடத்தின் சிறுமமுர் (minimum) மூலக்கூறின் தாழ்மட்ட ஆற்றலைக் குறிக்கும். கிடைமட்டக் கோடுகள் அதிர்வு நிலைகளைச் சுட்டுகின்றன.

எலெக்ட்ரான் மற்றும் அதிர்வு நிலைகளுக்கு இடைப்பட்ட மாற்றங்கள் ஃபிராங்க்-காண்டன் கொள்கையின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன. கனமான அணுக்கருக்கள் நிலைபெயருதல்  $10^{-13}$  நொடிக்கு ஒரு முறை நிகழ்கிறது. எலெக்ட்ரான் நிலைபெயருதலோ  $10^{-16}$  நொடிக்கு ஒரு முறை நிகழ்கிறது. எனவே ஓர் அணுக்கரு நிலை மாற்ற நேரத்திற்குள் 1000 எலெக்ட்ரான் நிலை மாற்றங்கள் நிகழ்ந்து விடும் வாய்ப்பு உள்ளது. அதாவது ஓர் எலெக்ட்ரான் நிலை மாறுவதற்குள் அணுக்கருவின் நிலையில் மாற்றமிராது. ஓர் ஈரணு மூலக்கூறின் தாழ்மட்ட

ஆற்றல் நிலை எலெக்ட்ரான் நிலையைக் கருதலாம்; இதனை ஆற்றல் - அணு கிடைத் தொலைவு வரைபடமாகக் குறிக்கலாம். ( $U(R)$  வரைபடம்) படம் 1இல் கீழ்வரிசைப் படம் இந்நிலையைக் குறிக்கிறது.



படம் 1.

இதிலிருந்து செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்து கிளர்வு நிலை வரைபடங்கள் அதன் அதிர்வு நிலைகளையும் எய்தலாம். படம் 1(a) இல் புள்ளி A, புள்ளி B இரண்டுமே  $v = 0$  நிலையாகும்.

படம் 1(b)இல் அதிர்வு குவாண்டம் 3 அல்லது 4 கொண்ட அதிர்வின் உள்ளீட்டுத் திருப்புமுனையே கிளர்வு நிலை வரைபடத்தின் ஒத்த புள்ளியாகும்.  $v'' = 0$  எனும் தாழ்மட்ட ஆற்றல்நிலை அதிர்வு மட்டத்திலிருந்து  $v'' = 3$  அல்லது 4 எனும் கிளர்வு நிலை அதிர்வு மட்டத்திற்கு மாறும் செயலுக்கு ஒத்த ஒளி உறிஞ்சல் கீற்றே செறிவு மிக்கதாகும் என்பது ஃபிராங்கின் கூற்றாகும். இதனை மெய்ப்பிக்கும் வகையில் காண்டன் குவாண்டம் இயக்கவியல் அடிப்படையில் கணக்கீடுகளைச் செய்தார்.

படம் 1 (c)இல், ஆற்றல் - அணுயிடைத் தொலைவு வரைபடத்தில் நீளத் தொடுவரைக்கு (asymptote) மேல் அமைந்துள்ள ஆற்றல் மட்டங்களில் புள்ளி B இருக்கும். ஃபிராங்க்-காண்டன் கொள்கைப்படி, ஒளி உறிஞ்சல் வகை நிரலின் பெரும் அடர்வு (maximum intensity) தொடர்ச்சியான அதிர்வெண்களில் அமையும். குவாண்டம் இயக்கவியல் கணக்கீடுகளின் படி, இந்நிரல் A - B இருக்கை மாற்றத்திற்கான அதிர்வெண்ணுக்கு கூடுதலாகவும், குறைவாகவும் உள்ள மதிப்புகளுக்கும்

பொருந்தும். அதிர்வு குவாண்டம் நிலைகளுக் கிடையேயான வேறுபாடு படிப்படியாகக் குறைந்து தொடர்நிலைகளை எட்டும். இவ்வகை நிலைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆக்சிஜனின் சூமன் - ரூஞ்சு (Schumann - Runge) புற ஊதா பட்டைகளும், அயோடின் கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளி வகைப் பட்டைகளும் ஆகும். தொடர் ஆற்றல் நிலைகளின் தொடக்க நிலையை அறிந்தால் இம்மூலக்கூறுகளின் சிதைவு ஆற்றல்களை துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலும்.

ஒளி உமிழ் வகை, உறிஞ்சல் வகை ஆகிய இரு நிரல் வகை அமைப்புக்களிலும் செறிவு பங்கீடுகளைப் புரிந்து கொள்வதற்கு ஃபிராங்க் - காண்டன் முறை பயன்படுகிறது. ஈரணு மூலக்கூறுகளைப் பொருத்தவரை, இரு  $U(R)$  வரைபடங்களின் சமநிலை - அணு இடைத்தொலைவு மதிப்புகளைப் பொறுத்து நிரல் கோடுகளின் அடர்த்தி இருக்கும். அதிர்வு ஆற்றல் நிலைகளில் பங்கீடுகள் எவ்வாறு உள்ளன என்பதும் முக்கிய காரணியாகும். சில அமைப்புக்களில் கிளர்வு நிலை வரைபடம் சிறும மட்டத்துடன் நிலையானதாகவும், தாழ்மட்ட ஆற்றல் நிலை வரைபடம் விலக்கு விசையைக் குறிக்கும் (நிலையற்ற) நிலையாகவும் இருக்கலாம். இச்சூழ்நிலையில் தொடர்ச்சியான ஒளி உமிழ் நிரல் உருவாகும். கீழ் நிலையை அடைகையில் அணுக்கள் சிதறும். ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறும், அரிய வளிம மூலக்கூறுகளான ஹீலியமும், கிரிப்டானும் இவ்வகை நிரலைத் தருகின்றன. ஹீலியமும், கிரிப்டானும் கிளர்வு நிலையில் மட்டுமே நிலைத்தன்மை பெற்றவை.

ஈரணு மூலக்கூறுகளை விட ஏனைய பல்லணு மூலக்கூறுகளுக்கான எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகள் சிக்கலானவை. இவற்றில் பெரும் எண்ணிக்கையில் தாழ்மட்ட ஆற்றல்நிலை மற்றும் கிளர்வு நிலை அதிர்வு குவாண்டம் எண்களுக்கு வாய்ப்புண்டு. இங்குச் சுழற்சி நிலை நுண்வரி வடிவங்கள் சிக்கலைக் கூடுதலாக்கு கின்றன. பொதுவாக, பல்லணு மூலக்கூறுகளின் எலெக்ட்ரான்கள் நிறநிரல் கரைசல் நிலையிலேயே பதிவு செய்யப்படும். இதனால் சுழற்சி வரி வடிவங்கள் பெரிதும் அகற்றப்பட்டு நிறநிரல் எளிமையாக்கப்படுகிறது. ஃபிராங்க்-காண்டன் கொள்கை இங்கு ஒரு தேர்வு விதியாகவே பயன்படுகிறது. முழுமையாகச் சீர்மையுற்ற அதிர்வுகள் (அதாவது, அதிர்வு நிகழ்கையில் மூலக்கூறின் சமச்சீர்மை குலையாதிருத்தல்) மட்டுமே குவாண்டம் எண்



மாற்றத்திற்குள்ளாகின்றன. இதன் விளைவாக அதிர்வு நிலை மாற்றங்கள் சிக்கலின்றி ஆய்வு செய்யப்பட வாய்ப்பு உருவாகிறது.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill Inc.Ltd., New York, 1983.

## ஃபிராங்க்லின், பெஞ்சமின்

அமெரிக்க அறிவியலாரும், அரசியலில் தலைசிறந்தவருமான இவர் பாஸ்டன் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். சில ஆண்டுகளே இவர் பள்ளியில் சேர்ந்து கல்வி பயின்றார். இவர் தந்தையார் மெழுகுவத்தி செய்யும் தொழிலில் ஈடுபட்டிருந்தார். வருமானம் மிகவும் குறைவாக இருந்தது. பிராங்க்லின் வேறு வழியின்றி தந்தையாரின் மெழுகுவத்திக் கடையில் 10 வயதில் பணிபுரியத் தொடங்கினார். அவருக்கு அப்பணி பிடிக்கவில்லை. பாஸ்டன் துறைமுகத்தில் திற்கும் கப்பல்களை ஏக்கத்துடன் பார்த்துக் கடல் தாண்டி வெளிநாடுகளுக்குச் செல்லத் திட்டமிட்டுக் கொண்டிருந்தார். அதிர்ச்சி அடைந்த அவர் தந்தையார் இவரை 12 ஆம் வயதில் இவருடைய சகோதரரிடம் அச்சத் தொழில் கற்க அனுப்பினார். அச்சக் கோப்பதிலும் அச்சக் கூடத்தைக் கண்காணிப்பதிலும் பிராங்க்லின் வல்லவரானார். இவர் தாமாவே கற்கத் தொடங்கி போதுமான அளவு உணவும் உட்கொள்ளாமல் சிக்கனமாக இருந்து பல்வேறு நூல்களை வாங்கி ஆர்வத்துடன் படித்தார். கணிதம், மீகாமக்கலை, இலக்கணம், அளவையியல் (logic), இயற்கணிதம், வடிவக் கணிதம் போன்ற துறைகளில் தம் அறிவைப் பெருக்கிக் கொண்டார்.

ஃபிராங்க்லினின் சகோதரரால் நடத்தப்பட்டு வந்த 'The New England Courant' என்னும் வார இதழில் தாமும் கட்டுரைகள் எழுத வேண்டும் என எண்ணினார். அவர் சகோதரர் ஃபிராங்க்லின் போன்ற இளைஞருக்கு எழுத இடம் கொடுக்கமாட்டார் என்பதையும் அறிந்திருந்தார். ஆனாலும், திருமதி சைலன்ஸ் டாக்வுட் (Mrs.Silence Dogwood) என்னும் புனைபெயரில் அவ்விதழில் கட்டுரைகள் எழுதி வந்தார். ஒரு நிலையில் உண்மையைக் கண்டுபிடித்து விட்ட அவர் சகோதரர் அவரிடம் மிகக் கடுமையாக நடந்துக்கொண்டார். தன் விருப்பிலேயே நிற்க துணிந்த பிராங்க்லின் தம் 18ஆம் வயதில் ஃபிலடெல்பியாவுக்குச் சென்று அங்கு வேலையில் (அச்சு) அமர்ந்தார். அங்கு அ.க.15-28 அ

அவரின் அச்சத் தொழிலுக்கு மிகுந்த வரவேற்பு கிடைத்தது கண்டு தாமே ஓர் அச்சக் கூடத்தை திறுவ எண்ணினார். அந்நாளில் அச்சக்கூடத்திற்கான கருவிகளை இங்கிலாந்தில் இருந்து இறக்குமதி செய்ய வேண்டிய நிலை இருந்தது. அடுத்த ஆண்டு இங்கிலாந்து சென்று, ஒன்றரை ஆண்டு அச்சத் தொழிலில் ஈடுபட்டுப் பணம் திரட்ட வேண்டிய கருவிகளை அங்கிருந்து வாங்கிக் கொண்டு ஃபிலடெல்பியாவுக்குத் திரும்பினார். சொந்தமாக அச்சக்கூடம் ஒன்று ஏற்படுத்தி 'பென்சில்வேனியா கெஜட்' என்னும் இதழையும் வெளியிடத் தொடங்கினார். ஏழை ரிச்சர்டு பஞ்சாங்கம் (Poor Richard's Almanac) என்னும் நூலை ஆண்டுதோறும் எழுதி 25 ஆண்டுகள் வெளியிட்டு வந்தார். சூரியன் தோன்றும் நேரம், சந்திரனின் பிறை, கால நிலை பற்றிய நீண்ட கால முன்னோட்டம் போன்ற செய்திகள் அதில் இடம் பெற்றதோடு கோவிலுக்குச் சென்று வழிபடுவதற்கான விடுமுறை நாள்களும் அதில் குறிப்பிடப் பெற்றிருந்தன. மேலும்,

'இன்று செய்யக் கூடியவற்றை நாளை செய்யலாம் என விட்டு வைக்காதே', ' முன்னதாகப் படுக்கைக்குச் சென்று முன்னதாக விழித்தெழுவது மனிதனை உடல் நலமுள்ளவனாகவும், செல்வமுடையவனாகவும், அறிவுடையவனாகவும் ஆக்குகிறது', ' தங்களுக்குத் தாங்களே உதவிக் கொள்கின்றவர்களுக்குக் கடவுளும் வந்து உதவுவார்'

போன்ற அறிவுப் பொன்மொழிகளும் அவ்விதழில் இடம்பெற்றன.

தம் 22ஆம் வயதில் ஃபிலடெல்பியாவில் ஜுண்டோகிளப் (Junto Club) என்னும் திறுவனத்தையும் இவர் திறுவினார். இந்திறுவனமே பின்னாளில் அமெரிக்கத் தத்துவ நூல் கழகமாக வளர்ந்தது. நூல்களைப் பெறுவதில் தாம்பட்ட இன்னல்கள் எவருக்கும் நேரக்கூடாது என்னும் நன்னோக்கில் 1731 இல் இவர் நடமாடும் நூல்திலையம் ஒன்றை முதன் முதலாக திறுவினார். தீயணைப்பு நிலையம் ஒன்றையும் சிறந்த முறையில் ஏற்படுத்தினார். தீயணைப்புத் துறையை ஃபிலடெல்பியாவில் தொடங்கி அங்குத் தீக்காப்பீட்டுக் குழுவும் (Fire Insurance Company) ஏற்படவும் உதவினார். மேலும் காவலர் அமைப்பையும் சீர்படுத்தினார். அமெரிக்காவிலேயே முதல் மருத்துவ விடுதியான பென்சில்வேனியா மருத்துவமனையைத் தொடங்கத் துணை தின்றார். இவரால் திட்டமிட்டு ஏற்படுத்தப்பட்ட பென்சில்வேனியாக் கழகம் (Academy of Pensylvania) பின்னாளில் வேளியாப் பல்கலைக்கழகமாக வளர்ந்தது.

அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளை (U.S.A) உருவாக்க உழைத்தவர்களில் இவரும் ஒருவர். விடுதலை அறிக்கையை எழுத உதவியோடு அதில் கையெழுத்தும் இட்டார். பிரான்சுடன் நட்பு உடன்படிக்கையிலும் அமைதி உடன்படிக்கையிலும் கையெழுத்திட்டுப் பெருமைபெற்றார். அமெரிக்காவில் ஏற்பட்ட அடிமையெதிர்ப்புக் கழகத்தின் தலைவராகவும் இவர் பணியாற்றினார். அடிமை வணிகம் அறவே ஒழிவதற்கு ஆவண செய்தார்.

ஃபிராங்க்லின் தம் 38 ஆம் வயதில் அறிவியல் பணிகளைத் தொடங்கினார். தொழிலும், பொதுப் பணியிலும் முன்னரே உயர்ந்த இடத்தைப் பெற்றுவிட்ட அவர் நிலை மின்சாரம்-ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் மின்சாரம் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். அவர் மின் புயலின் போது (electric storm) பட்டம் ஒன்றை பறக்கவிட்டு மின்னல் மின்னாற்றலால் ஏற்படுகிறது என்னும் உண்மையை உலகுக்கு அறிவித்தார். இவர் தம் ஆய்வு பற்றி எழுதியதை லண்டனில் வெளியிட்ட போது, பல மொழிகளிலும் பெயர்த்து ஐரோப்பா முழுவதுமே படித்தறிந்தனர்.

மின்சாரம் பற்றி ஃபிராங்க்லின் கொண்டிருந்த கொள்கை, அடிப்படையில் மிகவும் எளிதானதாகும். அனைத்துப் பொருளும் பொதுப் பொருளாலும் (common matter) மின்பொருள் அல்லது மின் பாய்மத்தாலும் (electric fluid) ஆகியுள்ளன. இயல்பான நிலையில் அனைத்துப் பொருள்களும் ஓரளவு மின் பாய்மத்தை அகத்தே கொண்டுள்ளன. ஒரு பொருள் மின்பாய்மத்தை ஏற்கவோ, இழக்கவோ நேரிடலாம். அது பாய்மத்தை ஏற்றாலும், இழந்தாலும் மின்னேற்றம் கொண்டதாக மாறிவிடுகிறது என்று ஃபிராங்க்லின் கூறினார். அது மின் பாய்மத்தை ஏற்றால் நேர்மின்னேற்றமுள்ளதாகும்; இழந்தால் எதிர்மின்னேற்றம் கொண்டதாகும்.

இன்று பொருள்கள் யாவும் புரோட்டான், எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் கூட்டால் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன என்றும், மின்னேற்றம் இராத பொருளில் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக உள்ளது எனவும் கருதப்படுகிறது. இக்கருத்து ஃபிராங்க்லின் கோட்பாட்டிற்குப் பொருந்துவதே ஆகும்.

ஃபிராங்க்லின் தம் கோட்பாட்டை நிறுவுவதற்கான செய்முறைகளைத் திட்டமிட்டு வகுத்துக் கொண்டார். ஒரு கண்ணாடித் துண்டைப் பட்டுத் துணியில் தேய்க்கும் போது கண்ணாடி நேர்மின்னேற்றமும் பட்டு எதிர் மின்னேற்றமும் கொள்கின்றன. அறிவியலாளர் பலர் உராய்வே மின்னேற்றத்தை உண்டாக்குகிறது என்று எண்ணினர். ஆனால்

ஃபிராங்க்லின் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படவில்லை என்றும் மின்பாய்மம் பட்டிலிருந்து கண்ணாடிக்கு சென்றுவிட்டது என்றும் வலியுறுத்தினார். ஃபிராங்க்லின் மேற்கொண்ட மின்னாய்வு அவரை இடிதாங்கி (lightning rod) கண்டுபிடிப்பதற்கு இட்டுச் சென்றது. மின்னேற்றம் கொண்டுள்ள ஒரு பொருளுக்கு அருகில் வைக்கப்படும் கூர்மையான முனை அப்பொருளில் உள்ள மின்னேற்றத்தை ஏற்றுக் கொண்டு விடும் எனக் கண்டார். வானத்து முகில்கள் மின்னேற்றங் கொண்டுள்ளவை என ஃபிராங்க்லின் அறிந்திருந்தார். கூர்மையாக உள்ள இரும்பைக் கட்டடத்தின் உயரமான இடத்தில் இடம் பெறச் செய்து அதை ஒரு கம்பியைக் கொண்டு புவியோடு தொடர்புப்படுத்தலாம் எனக் கருத்துக் கூறினார். இவ்வமைப்பு, முகிலிலுள்ள மின்னேற்றம் வன்மையாகப் பாயாதவாறு மென்மையாக ஏற்றுப் புவியில் செலுத்திவிடும். ஃபிராங்க்லின் செய்முறைகள், முகில்கள் நேர் மின்னேற்றம் அல்லது எதிர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றிருக்கக்கூடும். ஆதலால் மின்னல் முகிலிலிருந்து புவிக்குப் பாய்வது போல் புவியிலிருந்தும் முகிலுக்கு பாயலாம் எனத் தெளிவுபடுத்தின. இக்கருத்து மின்னல் பற்றிய இன்றைய ஆய்வு முடிவுகளோடு மிகவும் பொருந்துகிறது.

ஃபிராங்க்லின் லெய்டன் ஜாடி (Leyden Jar) பற்றி ஆய்ந்து கூறியவை அறிவியல் வரலாற்றில் இடம் பெற்றது. லெய்டன் ஜாடி, மின்னேற்றத்தைத் திரட்ட பயன்படும் ஓர் அமைப்பு. இது வெளிப்புறம் உலோக முலாம் பூசப்பட்டு உட்புறம் நீர் நிரப்பப்பட்டுக் காணப்படும். லெய்டன் ஜாடியின் செயலை ஆய்ந்த ஃபிராங்க்லின் அறிவியல் உலகை திகைக்க வைத்தார். மின்னேற்றமூட்டப்பட்ட ஒரு லெய்டன் ஜாடியிலிருந்து நீரை வெளியே கொட்டிவிட்டுப் பின்னர் மீண்டும் புதிய நீரை அதில் நிரப்பினார். லெய்டன் ஜாடி அப்போதும் மின்னேற்றங் கொண்டதாகவே இருந்தது. இதனால் அவர் மின்னேற்றம் கண்ணாடியில் இருந்ததே தவிர அன்று வரை கருதி வந்தது போல் நீரில் இருக்கவில்லை என நிறுவிக் காட்டினார். இத்தகைய செயல்முறை ஆய்வுகளால் அவர் இன்று வானொலியிலும், தொலைக்காட்சியிலும் பயன்படும் இணைத்தட்டுக் கொண்மியைக் (parallel plate capacitor) கண்டு உதவினார்.

இந்தத் தொடக்கக் கால மின்தேக்கியை ஃபிராங்க்லின் மின்சாரத்தில் மேற்கொண்ட அவர் தம் ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தினார்.

ஃபிராங்க்லின் அனைத்து அறிவியல் விருதுகளும் வழங்கப் பெற்றுப் பெரிதும் பாராட்டப்பட்டார். அவர் லண்டன்





பெஞ்சமின் ஃபிராங்க்லின்

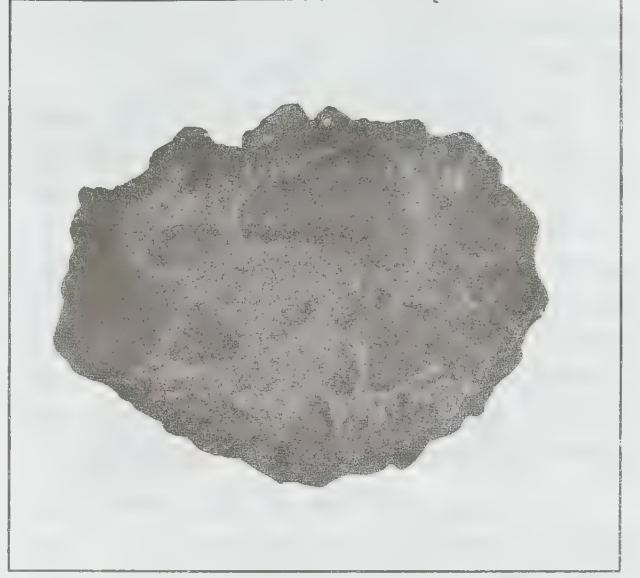
ராயல் கழகத்துக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்; பாரிஸ் ராயல் கழகத்திலும் உறுப்பினர் ஆனார். அன்று அவர் வெளியிட்ட ஒரு பாய்ம் மின்சாரக் கோட்பாடு (Fluid Theory of Electricity) இன்றும் பேசப்பட்டு வருகிறது. இன்று மின்னோட்டம் என்பது எலக்ட்ரான்களின் பாய்வு எனப்படுகிறது. இப்போதும் அது ஒரு பாய்ம்க் கோட்பாடாகவே உள்ளது. இத்தகைய பல்வேறு பணிகளில் ஈடுபட்டு அயராது உழைத்து வந்த ஃபிராங்க்லின் 85 ஆம் அகவையில் காலமானார்.

கொ.சு. மகாதேவன்

## ஃபிராங்க்ளினைட்

இது ஓர் ஆக்சைடு கனிமம். இது 'ஸ்பினல்' எனும் குடும்பத்திலுள்ள மேக்னடைட் இனத்தைச் சேர்ந்தது. ஃபிராங்க்ளினைட்டு (Franklinite) இரும்பு, துத்தநாகம், மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடு  $[(ZnMnFe^{III})(Fe^{III}Mn^{III})_2O_4]$  ஆகும். இது சம அச்சத் தொகுதியாகிய கன சதுரத் தொகுதியின் நிறை வடிவ வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமம் அணுக்கோப்பில் முக-மைய அமைப்பை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் 8 கட்டணுக்கள் உள்ளன. இதன் அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு 8.403 ஆகும். இத் தொலைவு அலகு சற்று மாறுபடுவதும் உண்டு.

ஃபிராங்க்ளினைட் எண்முக வடிவப் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. ஏறத்தாழ 17 செ.மீ. நீள விளிம்புகளுடைய பெரிய படிகங்களாகவும் விளங்குகிறது. படிகங்களின் விளிம்புகள்



படம். பிராங்க்ளினைட் படிகம்

கூர்மையாக இருப்பதில்லை. சற்று மழுங்கி, வளைவாக உள்ளமையால் இதன் படிகங்கள் உருண்டையான துகள்களைப் போன்று காணப்படுகின்றன. ஃபிராங்க்ளினைட் திண்மங்களாகவும், துகள்களாகவும் கெட்டியாகவும் அமைந்திருக்கும். இதன் கடினத்தன்மை மோஸ் அளவீட்டில் 5.5-6.5 ஆகும். ஒப்பீட்டில் 5.07 - 5.22; இதில் கனிமப் பிளவுகள் இல்லை. (111) கனிமப் பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன. இது வளைமுறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு உடையது. உலோக மிளிர்வு பெற்றிருக்கும் இதில் சில சமயங்களில் மண்-மிளிர்வு காணப்படும். நொறுங்கக் கூடிய இது இரும்பை ஒத்த கருமையான நிறத்திலிருக்கும். இதன் தூள்நிறம் சிவந்த சருகு நிறம் அல்லது கறுப்பு ஆகும். இது ஒளி புகாத் தன்மையுடையது. சில சமயம் மெல்லியதாக உள்ள போது ஒளி கசிவினை உண்டாக்கும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் (n) = 2.36. இது மிகக் குறைவான அளவில் காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படக்கூடியது. பளபளப்பாக்கப்பட்ட ஃபிராங்க்ளினைட் திரும்பும் ஒளியில் திசைக்குணமாற்றம் அடைவதில்லை. இது ஒளியில் வெண்மையாக விளங்குகிறது. இக்கனிமத்தின் ஒளி திரும்பும் விழுக்காடு பச்சை ஒளியில் 16.5 ஆகவும், ஆரஞ்சு ஒளியில் 14.5 ஆகவும், சிவப்பில் 14 ஆகவும் இருக்கும். சில சமயங்களில் ஃபிராங்க்ளினைட்டில் சிறப்பான அமில - அரிப்பு வடிவங்கள் காணப்படுகின்றன. ஃபிராங்க்ளினைட் ஹைட்ரோ குளோரிக்

அமிலத்தில் கரையும். அவ்வாறு கரையும் போது சில சமயங்களில் சிறிது குளோரின் வளிமம் வெளிப்படும்.

மேக்னடைட், ஜேகோப்சைட் ஆகிய கனிமங்களுடன் ஃபிராங்க்ளினைட் நெருங்கிய தொடர்புடையது. இவை மூன்றும் ஒன்றோடொன்று நன்கு கலந்திருக்கும். ஃபிராங்க்ளினைட்டைத் துத்தநாகம் சேர்ந்த இரும்பு - ஆக்சைடு எனவும், ஜேகோப்சைட்டை மாங்கனீஸ் சேர்ந்த இரும்பு-ஆக்சைடு எனவும் கொள்ளலாம். இம்மூன்று கனிமங்களின் தன்மைகள், குறிப்பாக ஒப்பீட்டி, ஒளிவிலகல் எண் முதலானவை அவ்வவ் கனிமங்களில் இருக்கும் துத்தநாகம், இரும்பு (Fe") மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றின் அளவிற்குத் தக்கபடி மாறுபடுகின்றன.

ஃபிராங்க்ளினைட் பெரும்பாலும் வில்லமைட், சிங்கடைட், கால்சைட் ஆகிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்தே காணப்படுகிறது. ஃபிராங்க்ளினைட்டுடன் அரிதாகத் துத்தநாக ரோடோனைட், டெஃப்ரைட், கேஹனைட், ஷீப்பரைட்டு, ஆக்சினைட், மாங்கனீஸ், கார்னட், ஸ்கேப்போலைட், ஆர்சினோபைரைட் ஆகிய கனிமங்கள் சிறிய அளவில் கலந்துள்ளன. ஃபிராங்க்ளினைட் மாற்றமடைந்து சால்க்கோ ஃபனைட் எனும் கனிமமாக மாறுகிறது. முதலில் நீர் கலந்த ஹெக்டரோலைட்டாகவும், லிமோனைட்டாகவும் மாற்றமடைந்து அதன் பின்னரே சால்க்கோஃபனைட்டாக ஆகிறது. சில சமயங்களில் வாடு (wad) எனும் கனிமம் ஃபிராங்க்ளினைட் மாற்றமடைவதால் உண்டாகிறது.

ஃபிராங்க்ளினைட் நியூஜெர்சியிலுள்ள ஃபிராங்க்ளின் - ஃபர்னஸ் பகுதியில் மிகுந்து காணப் படுகிறது. இது இப்பகுதியிலுள்ள மைன்ஹில், ஸ்டெர்லிங் ஹில் என்னுமிடங்களில் இன்றியமையாத துத்தநாகக் கனிமமாகக் கிடைக்கிறது. இக்கனிமம் அனற் பாறைகளிலிருந்து உண்டான மாற்றுருப் பாறைகளுடன் சேர்ந்து காணப்படும். ஃபிராங்க்ளினைட் ஹெஸ்ஸன் - நாஸ்ஸாவ் பகுதியில் தில்லன்பர்க் என்னும் இடத்தில் கிழக்கே இபாக் என்னுமிடத்தில் குறைவாகக் கிடைக்கிறது. இப்பகுதியில் இக்கனிமம் கனசதுரப் படிகங்களாகக் காணப்படுகிறது. ஃபிராங்க்ளினைட் ஜெர்மனி நாட்டில் அல்ட்டென்பெர்க் என்னுமிடத்தில் படிகமற்ற திண்மங்களாக விளங்குகிறது.

துத்தநாகம் தயாரிப்பதற்கான தாதுப் பொருளாக ஃபிராங்க்ளினைட் பயன்படுகிறது. நியூஜெர்சியிலுள்ள அறிவியலாளர் பெஞ்சமின் ஃபிராங்க்ளின் என்பாரின் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. இவ்விடத்தில் இக்கனிமம்

மிகுதியாகக்

காணப்படுவதால்

இதற்கு

ஃபிராங்க்ளினைட்டு எனும் பெயர் உண்டாயிற்று.

இல. வைத்திலிங்கம்

## பிராங்கோபர் கோடு

பிராங்கோபார் என்னும் இயற்பியலார் குறுகிய பிளவொன்றின் வழியே சூரிய ஒளியைச் செலுத்தி நிறப்பிரிகை உண்டாவதைக் கண்டறிந்தார். இது ஊதா முதல் சிவப்பு வரையான நிறங்கள், வேறுபட்ட நெடுக்கங்களில் தொடர் நிறமாலையாகக் கிடைத்தது. இந்தத் தொடர் நிறமாலைத் தொகுப்பில் கருமை வரிகள் இருப்பதைப் பிராங்கோபர் கண்டறிந்தார். இந்தக் கருமை வரிகள் பிராங்கோபர் வரிகள் (Fraunhofer lines) எனப்படுகின்றன. பின்னர் பலவகையான பட்டகங்களைக் கொண்டு இக்கருமை வரிகள், சூரிய நிறமாலையில் நிலையான இடங்களில் அமையும் என நிறுவினார்.

மிகுந்த வெப்பம் கொண்ட சூரியனின் உள்ளகத்திலிருந்து வெளியிடப்படும் கட்டிலனாகும் கதிர்வீச்சைக் (visible radiation) கொண்ட சூரிய நிறமண்டலத்தில் (solar chromosphere) தனிமங்கள் உட்கவரப்படுவதால் இத்தகைய கருமை வரிகள் தோன்றுமெனக் கருதப்படுகிறது.

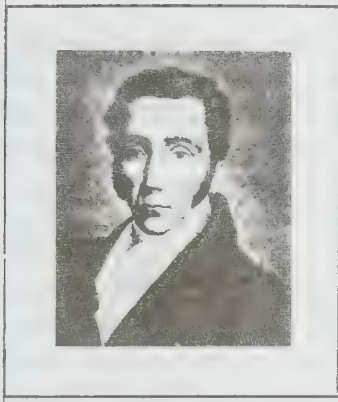
பெ. துரைசாமி

## பிராங்கோபர், ஜோசப் வான்

இவர் ஜெர்மன் இயற்பியலார் ஆவார். ஜோசப் வான் பிராங்கோபர் (Joseph Von Fraunhofer) 1787ஆம் ஆண்டு மார்ச் 6 ஆம் நாள் பவாரியாவில் பிறந்தார். இவர் சூரிய திரலில் உள்ள கருமை வரிகளைக் கண்டறிந்தார். இவ்வரிகளே தற்போது பிராங்கோபர் வரிகள் (Fraunhofer lines) எனப்படுகின்றன. இவர் முதன்முதலில் விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணிப் (diffraction grating) பற்றி ஆய்வு செய்தார். இவருடைய ஆய்வு நிறமாலையியல் (spectroscopy) மேம்பாட்டிற்கு வழிகாட்டியாக அமைந்தது.

பிராங்கோபர் பெனிடிக் பியூரனிலுள்ள அன்செனீட் ஒளியியல் மையத்தில் பணியாற்றினார். பின்னர் 1818இல் அந்திறுவனத்தின் மேலாளர் ஆனார். இவர் வெவ்வேறு





பிராங்கோபர், ஜோசப் வான்

வகையான கண்ணாடிகளின் ஒளி வளைவுறுகின்ற பண்புகளைக் கண்டறிந்தார். சோடியம் தண்ணிலின் ஒளி நிரலில் கருமை வரிகள் உள்ளமையைக் கண்டறிந்தார். பின்னர், மற்றத் தனிமங்களிலும் இதுபோன்ற கருமை வரிகள் உள்ளமையைத் தெளிவுபடுத்தினார். இவர் நூறு வகையான நிரல் வரிகளைக் கண்டறிந்துள்ளார். இவ்வரிகளின் அலை நீளங்களைக் கொண்டு நிரலில் இந்நிரல் வரிகளின் இட அமைவைக் கண்டுள்ளார். தனிமங்களின் நிரலில் வரிகளின் சார்பு அமைவுகள் மாறிலியாக உள்ளன எனக் குறிப்பிட்டார். இவர் 1826 ஆம் ஆண்டு ஜூன் 7 ஆம் நாள் மூனிச் என்னுமிடத்தில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பிராங், ஜேம்ஸ்

இவர் ஜெர்மனியில் பிறந்த அமெரிக்க இயற்பியலார் ஆவார். ஜேம்ஸ் பிராங் (James Franck) 1882 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 26 ஆம் நாள் ஹாம்பர்க்கில் பிறந்தார். 1925 ஆம் ஆண்டிற்கான இயற்பியல் நோபல் பரிசு எலெக்ட்ரான் தாக்குதலால் அணுக்களில் ஏற்படும் கிளர்ச்சி மற்றும் அயனியாக்கம் பற்றிய ஆய்விற்காக இவருக்கும் ஹெர்ட்ஸ் என்னும் இயற்பியலாருக்கும் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டது.

பிராங், தாக்குகின்ற எலெக்ட்ரான் ஒரு குறிப்பிட்ட சிறும் ஆற்றலை கொண்டுள்ளமையால் அணுவைக் கீழ்மட்ட நிலையிலிருந்து கிளர்வுற்ற நிலைக்கு உயர்த்துகிறது எனக் குறிப்பிட்டார். 1920இல் கோட்டிங்கனில் இயற்பியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். அங்கு தான் நோபல் பரிசு



பிராங், ஜேம்ஸ்

பெற்ற ஆய்வை மேற்கொண்டார். 1933இல் நாகிக் கொள்கையை எதிர்த்துச் செய்யப்பட்ட கலவரத்தால் தன் பதவியை விட்டு விலகி டென்மார்க்கிற்குச் சென்றார். 1935இல் இவர் அமெரிக்காவிற்குச் சென்று பால்டிமோரிலுள்ள ஜான் ஹோப்கின்ஸ் பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியரானார். பின்னர் 1938இல் சிகாகோ பல்கலைக்கழகத்தில் வேதியியல் பேராசிரியரானார்.

ஒளி வேதியியல், அணு இயற்பியல், மூலக்கூற்றுப் பட்டை நிரல் போன்ற துறைகளில் இவருடைய ஆய்வு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இரண்டாம் உலகப் போர் நடந்து கொண்டிருந்த போது அணுகுண்டுத் தயாரிக்கும் பணியில் இவர் பெரிதும் ஈடுபட்டார். இவர் அணுகுண்டைப் போரில் பயன்படுத்தக் கூடாதென்றும் மக்கள் இராத பகுதியில் அதை வெடிக்கச் செய்து ஆய்வு மேற்கொள்ள வேண்டுமென்றும் விரும்பினார். பிராங் 1964ஆம் ஆண்டு மே 21 ஆம் நாள் மேற்கு ஜெர்மனியிலுள்ள கோட்டிங்கனில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பிராட்லே, ஜேம்ஸ்

ஆங்கிலேய வானவியலாரான ஜேம்ஸ் பிராட்லே (James Bradley) 1693 ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் செர்போன் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். இவர் 1728 இல் விண்மீனின் ஒளிப்பிறழ்ச்சி பற்றிய கண்டுபிடிப்பை வெளியிட்டார். புவியின் சுழற்சியால் விண்மீன்களின் இட அமைவில் சிறு மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன எனக் குறிப்பிட்டார்.

இக்கண்டுபிடிப்பே புவி சூரியனைச் சுற்றுகிறது என்பதற்குச் சான்றாக அமைந்தது.



பிராட்லே ஜேம்ஸ்

பிராட்லே ஆகஸ்போர்டு பாலியால் கல்லூரியில் 1714இல் பி.ஏ., பட்டமும், 1717இல் எம்.ஏ., பட்டமும் பெற்றார். இவர் வான்ஸ்டெட் என்னுமிடத்தில் ரீவ்ஜேம்ஸ் பான்ட், கிளர்விமேன் ஆகியோரிடம் வானியல் பற்றிய குறிப்புகளைப் பெற்றார். அவர்கள் பிராலேவை மிகச் சிறந்த வானியலரான எட்மன்ட் ஹாலி என்பாரிடம் அறிமுகப்படுத்தினார்.

பின்னர் 1718இல் ஹாலியின் பரிந்துரையின் பேரில் பிராட்லே ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டார். 1719இல் பிரிஸ்டோவின் மதக் குருவாக மாறினார். 1721இல் இவர் தம்முடைய கிரிஸ்துவத் திருக்கோவில் பதவியிலிருந்து விலகி ஆகஸ்போர்டிலுள்ள வானியல் ஆய்வகப்பணியில் சேர்ந்தார். அங்கு இவர், தம் முழு நேரத்தையும் வானியல் ஆய்விலேயே செலவழித்தார்.

1543இல் கோப்பர் நிக்கஸ் 'De revolutionibus orbium coelestium' என்னும் நூலை வெளியிட்ட பிறகு வானியலாரிடையே விண்மீன்களின் இடப் பெயர்ச்சியைப் பற்றி ஆய்வு ஆர்வத்துடன் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இந்த ஆய்வுகள் புவியை சூரியன் சுற்றவில்லை என்னும் கருத்தை வலியுறுத்தியமையால் முரண்பாடேற்பட்டது. 16ஆம் நூற்றாண்டு வானியலாரான டேக்கோ பிராக்கி என்பாரால் கோப்பர் நிக்கஸின் கொள்கைக்கு தகுந்த விளக்கம் கொடுக்க இயலவில்லை. டேனிஸ் வானியலரான ஆலிரோமர் 17ஆம் நூற்றாண்டில் சீரியஸ் மற்றும் வேகா விண்மீன்களின்

இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட்டார். ஆனால் அவருடைய ஆய்வு முடிவுகள் பிழையாக அமைந்தன. ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகிய ராபர்ட் ஹூக் என்பார் 1669இல் காமா டிராகோனிஸ் என்னும் விண்மீனைப் பற்றி தொடர் ஆய்வு செய்தார். ஆனால் ஆய்வு முடிவில் வெற்றி ஏற்படவில்லை.

1725இல் பிராட்லே மோலிநாக்கின் வானியல் ஆய்வகத்தில் ஹீக்கின் என்பாரின் காமா டிராகோனிஸ் விண்மீன் பற்றிய ஆய்வில் ஒளி விலகலைக் கொண்டு பிழையற்ற முடிவுகளைக் கண்டறிந்தார். விண்மீன்கள் நீண்ட தொலைவில் உள்ளமையால் இவரால் முரண்பாட்டை நீக்க இயலவில்லை. இவர் விண்மீன் விலக்கத்திற்குக் காரணம் ஒளிப்பிறழ்ச்சி எனக் கண்டறிந்தார். ஒளியின் குறிப்பிட்ட திசைவேகம், புவி முன்னோக்கிய சுற்றுப் பாதையில் சுழல்வது ஆகியவற்றால் இது ஏற்படுகிறது எனக் குறிப்பிட்டார். 1728இல் பிராட்லே தம் கண்டுபிடிப்பை ராயல் கழகத்திற்கு தெரிவித்தார். ஒளிப்பிறழ்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிராட்லே ஒரு நிமிடத்திற்கு ஒளியின் திசைவேகம் 295,000 கி.மீ. எனக் கோப்பர் நிக்கஸ் கோட்பாட்டிற்கு மெய்ம்மையைத் தந்தார்.

1727 - 1732இல் பிராட்லேவின் விண்மீன் கண்டுபிடிப்புகளான "Annual change of declination in some of fixed stars" என்னும் ஆய்வு வெளியீட்டில் ஒளிப்பிறழ்ச்சி பற்றிக் குறிப்பிடவில்லை. விண்மீன் இடப்பெயர்ச்சி புவியின் அச்சலைவால் (nutation) ஏற்படுகிறது என்பதைச் சந்திரனின் ஈர்ப்பியல் இழுவிலிருந்து கண்டறிந்தார். சந்திரன் சுற்றுப் பாதையில் ஒரு சுற்று வரும் வரை தம் கண்டுபிடிப்பை சரிபார்த்தார். இக்கண்டுபிடிப்பிற்காக லண்டன் ராயல் கழகம் 1748 இல் பிராட்லேவிற்கு காப்டே பட்டத்தை வழங்கியது.

1742 இல் ராயல் கீரின்விச் வானியல் ஆய்வகம் (Royal Greenwich Observatory) ஹாலியைத் தொடர்ந்து பிராட்லேவிற்கு வானியலார்பதவியைக் கொடுத்தது. 1744 இல் இவர் சஸ்நாக் பீச் என்பாரை மணந்தார். இவருடைய பல ஆய்வு வெளியீடுகள் இவர் இறந்த பின்னர் வெளியிடப்பட்டன. ஜெர்மன் கணிதவியலாரான பிரடெரிக் பெஸ்ஸல் என்பார் பிராட்லேவின் ஆய்வுக் குறிப்புகளை ஆய்ந்து பிராட்லேவின் கருவியின் குறைபாட்டை நீக்கி விண்மீன்களின் அமைவிடத்தைக் கண்டறிந்தார். இவர் 1762ஆம் ஆண்டு ஜூலை 13 ஆம் நாள் கிளவ்செஸ்டரில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி



## பிராய்டு, சிக்மண்டு

ஆஸ்திரிய நாட்டு மருத்துவரான சிக்மண்ட் பிராய்டு (Sigmund Freud) மனித மன நிலைகளை ஆராய்ந்து புரட்சிகரமான உளநிலைப் பகுப்பாய்வுக்கான (psycho analysis) அடிப்படைக் கொள்கைகளைத் தோற்றுவித்தார். உளநிலை பகுப்பாய்வு என்பது மனநோயை மனிதனுடைய தனித் தன்மையில் உணர்வற்ற (unconscious stage) நிலையில், நுணுக்கமாக ஆய்ந்து மனநோயைக் குணப்படுத்துவதாகும்.

பிறப்பும் வளர்ப்பும். கி.பி.1856ஆம் ஆண்டு செக்கோஸ்லோவாகியா நாட்டில் உள்ள ஃபிரிபெரிக் என்னுமிடத்தில் சிக்மண்ட் ஃபிராய்டு பிறந்தார். இவருடைய தகப்பனாரின் இரண்டாம் மனைவிக்குப் பிறந்த எட்டுக் குழந்தைகளில் இவரே மூத்தவர். இவருடைய பெற்றோர் நடுத்தர வர்க்கத்தை சேர்ந்த யூதர்களாவர். இவருடைய தந்தை ஒரு கம்பனி வணிகராவார். பிராய்டுக்கு நான்கு வயதுமுடிந்ததும், இவர் குடும்பம் ஆஸ்திரியா நாட்டின் தலைநகரான வியன்னாவுக்குக் குடியேறியது.

படிப்பும் தொழிலும். கி.பி.1881இல் எம்.டி. பட்டத்தை வியன்னா பல்கலைக்கழகத்தில் பெற்றார். பின்னர் நரம்பியல் துறையில் ஆய்வு மேற்கொண்டு, நரம்புத் தொடர்பான நோய்களுக்கு வியன்னா பொது மருத்துவமனையில் மருத்துவமனித்தார். கி.பி.1884இல் இவர் தன் ஆராய்ச்சியின் மூலம் வலிப்பு நோயையும் பாரிச வாயுவையும் (hysterical paralysis) மனோவசிய (hypnotism) முறையில் குணப்படுத்தினார்.

கி.பி.1885 - 1886இல் நரம்பியல் வல்லுநரான ஜீன் எம்.சர்கோட் என்பாரின் கீழ், பாரிசில் ஆய்வினை மேற்கொண்டார். சர்கோட், மன நோயாளிகளுக்கு மருத்துவமனித்து வந்தார். இந்நோயால் பாதிக்கப் பட்டவர்கள்

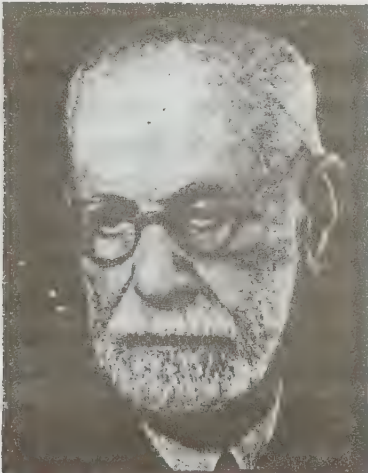
குருடராகவோ, வாத்தால் பாதிக்கப் பட்டவராகவோ இருப்பர். ஆனாலும் அவர்களின் உடலுறுப்புகள் எவ்வித பாதிப்பில்லாமல் காணப்படும். சர்கோட் இந்நோயாளிகளை ஆராய்ந்து மனத்தால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறார்கள் என்றும், அதன் அறிகுறியாக உடலில் சில மாற்றங்கள் ஏற்படுகிறதென்றும், அம்மாற்றத்தை மனோவசிய முறையில் குணப்படுத்தலாம் என்றும் கண்டார். பிராய்டு, இவருடன் ஆராய்ச்சியை மேற்கொண்டிருந்த காலத்தில் நினைவாற்றல் குறைவு மற்றும் குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் மூளை தொடர்பான பாரிச வாயுவைப் பற்றி ஆய்வு செய்து பல கட்டுரைகளை வெளியிட்டார். மனநோயின் மூலத் தோற்றத்தையும் அதற்கான மருத்துவ முறைகளையும் கண்டார். உளநிலை பகுப்பாய்வை (psycho analysis) மேற்கொண்டார்.

முதன்முதலில், இவருடைய உளநிலைப் பகுப்பாய்வுக் கருத்துக்களை 1890 இல் பலர் ஏற்க மறுத்தனர். ஆனாலும் பிராய்டு, சிலரால் கவரப்பட்டார். 1902 இல் வியன்னாப் பல்கலைக்கழகத்தில் பிராய்டு நரம்பியல் பேராசிரியராகப் பணியாற்றினார். கி.பி.1909 இல் இவர் அமெரிக்காவில் உள்ள கிளார்க் பல்கலைக் கழகத்தில் பல சொற்பொழிவுகளை நிகழ்த்தினார். அவரது அயராது உழைப்பினால் அவர் புகழ் மென்மேலும் வளர்ச்சியடைந்தது.

குடும்ப வாழ்க்கை. பிராய்டின் தனிப்பட்ட வாழ்க்கை குறிப்பிடும்படி இல்லை. ஏனெனில் குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சிகள் எவையும் இவர் வாழ்வில் நடைபெறவில்லை. இவர் 30 ஆம் வயதில் திருமணம் புரிந்தார். ஆறு குழந்தைகளுக்கு தந்தையானார். தனது 67ஆம் வயதில் வாய் புற்றுநோயினால் (mouth cancer) துன்புற்ற போதிலும் சளைக்காமல் தம் பணிகளைத் தொடர்ந்து செயலாற்றி வந்தார்.

கி.பி.1938இல் நாஜிகளின் அடக்குமுறையிலிருந்து தப்பிக்க, தன் குடும்பத்துடன் இங்கிலாந்து சென்று குடியேறினார். கி.பி.1939இல் செப்டம்பர் 23ஆம் நாள் புற்றுநோயால் மரணமடைந்தார்.

ஃபிராய்டின் படைப்புகள். இவர் தன் இறுதிக் காலத்தில், பல ஆய்வுகள் மேற்கொண்டு சிறப்புமிகு ஆய்வுக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டார். 1900ஆம் ஆண்டு கனவுகளின் விளக்கங்கள் (The interpretation of Dreams) பற்றியும், 1904 ஆம் ஆண்டு அன்றாட வாழ்வில் உளநோய் (The psycho pathology of every day life) பற்றியும் ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகள் எழுதினார். 1905இல் பால் தன்மை (ஆண், பெண்பாற் பண்பு) பற்றி மூன்று கட்டுரைகளையும், கி.பி.1913இல் குலமரபுச் சின்னமும் சமூகக் கட்டும் பற்றி ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையினையும் வெளியிட்டார்.



கி.பி.1920இல் உளதலைப் பகுப்பாய்வு - ஓர் பொது அறிமுகம் (General introduction of psycho analysis) எனும் தலைப்பிலும், கி.பி.1923இல் நான் என்னும் முனைப்பும் தனிப்பட்ட ஒருவரின் உணர்வுநுதுதலும் (Ego and Id) என்னும் தலைப்பிலும் ஆய்வுக் கட்டுரை வெளியிட்டார்.

கி.பி.1930இல் நாகரீகமும் அதன் அதிருப்தியும் (Civilisation and its discontents) எனும் கட்டுரையும், கி.பி.1939இல் மோசகம் ஒரு கடவுட் கோட்பாடும் (Moses and nonothesm) எனும் ஆய்வுக் கட்டுரையும் வெளியிட்டார். மேற்காணும் இவருடைய சிறந்த ஆய்வுக் கட்டுரைகளை ஏர்னஸ்ட் ஜோனிட் என்பார் பதிப்பித்திருந்தார்.

ஃபிராய்டின் கருத்துகள் எப்போதும் மாறுபாடான வையாகவே இருக்கின்றன. மனிதர்களுடைய நடத்தைக்கு அடிப்படையான காரணம் பால்தன்மையின் உந்து சக்தியே என வலியுறுத்தியதின் காரணமாக பல விமர்சனங்களுக்கு உள்ளானார். இருப்பினும் சிறந்த உளவியல் ஆராய்ச்சியின் காரணமாக கி.பி.1936ஆம் ஆண்டு பிரிட்டிஷ் ராயல் சொசைட்டியாரால் சிறப்பிக்கப்பட்டார்.

ஃபிராய்டின் கொள்கைகள். மனநோயால் பாதிக்கப்பட்ட பல்வேறு நோயாளிகளைக் கூர்ந்து கவனித்து அவர்களின் வாழ்க்கையில் நடந்து விட்ட பல நிகழ்ச்சிகள், அவர்களுடைய உணர்வற்ற நிலையிலேயே (unconscious state) நடந்திருக்கின்றன என்று கண்டறிந்து நடத்தைகளுக்கு ஒரு வடிவம் கொடுப்பதில் உணர்வற்ற நிலையே பெரும்பங்கு பெற்றிருக்கிறது என்பதை ஃபிராய்டு கண்டறிந்தார். மேலும், உணர்வற்ற நிலையில் இருப்பினும் இளம்பருவத்திலிருந்தே நடந்த நிகழ்ச்சிகள் நினைவில் இருக்கும் எனவும் கண்டறிந்தார். குறிப்பாகத் துன்பகரமான நினைவுகளாக இருந்தால் நோயாளிகள் உணர்வுடன் இருக்கும் போது உண்டாகாதபடி இருக்க தற்காப்பு உத்திகளை உருவாக்கலாம் என்பதையும் கண்டறிந்தார்.

தற்காப்பு உத்தி; மனித ஆற்றலை மேம்படுத்தி நல் வாழ்க்கையை தருவதுடன், நோய் வருமுன் எச்சரிக்கை செய்யவும் பயன்படுகிறது. இந்நிலையை ஃபிராய்டு, நியூரோசிஸ் (neurosis) என்று குறிப்பிட்டார். பலருடைய இளமைப்பருவ நினைவுகள் பெரும்பாலும் பால் தொடர்புடையவை என்றும், குழந்தை பிறந்தது முதலே பால் தொடர்பான உணர்வு தூண்டப்படுகிறது என்றும், அக்குழந்தை பல உளவியல் நிலைகளைக் கடக்கிறது என்றும் ஃபிராய்டு குறிப்பிட்டார். இளமைப் பருவத்திலிருந்து முதுமைப் பருவத்தை அடையும் போது தனிமனிதன் தானாகவே பல கண்டுபிடிப்புகளை

உருவாக்கி பயின்று அவனுடைய பால் உந்துதலைக் (sex impulse) கட்டுப்படுத்துகிறான் எனக் கருத்து வெளியிட்டார்.

வழக்கமான பால் வளர்ச்சியில் முதிராத பருவத்தில் தடைகள் ஏற்படின் அவையே பின்னர் முதிர் பருவத்தில் மனோ நோயினை உண்டாக்குகின்றன என்பது பிராய்டின் கோட்பாடு ஆகும்.

பால் இயல்புக்கம். குழந்தை பருவம் முதலே ஒருவனுடைய ஆளுமையை (personality) உருவாக்குவதில் பால் இயல்புக்கம் (sex instinct) பெரும் பங்கு கொள்கிறது என்று பிராய்டு கூறினார். மனித உருவத்தைப் பார்த்து மகிழும் அனுபவம் பால் உந்துதலுடன் தொடர்புடையது. பெண்ணின் உருவத்தைக் கண்டு ஆணும், ஆணின் உருவத்தைப் பார்த்து பெண்ணும் மகிழ்தலுக்கு அடிப்படையாக இருப்பது பால் உந்துதலே என்று அழகியல் உளவியல் என்னும் தலைப்பில் ஃபிராய்டு விளக்குகிறார்.

கனவுகள் தொடர்பாக ஃபிராய்டு கூறும் விளக்கம் புகழ்பெற்றது. கனவுகளின் தன்மை கொண்டு மனக்கோளாறுகளுக்கு காரணம் கண்டறிய இயலும் எனவும் அவர் கருதுகிறார்.

ஃபிராய்டு மனத்தைத் தனிப்பட்ட ஒருவரின் உணர்வுநுதுதல் (Id), நான் என்னும் முனைப்பு (Ego), மேம்பட்ட நான் என்னும் முனைப்பு (super ego) என மூன்று பகுதிகளாக பிரிக்கிறார்.

உளவியல், நரம்பு மண்டல மனக்கோளாறுகள் ஆகியவற்றின் தன்மையையும் அமைப்பையும் பற்றிய புதிய உண்மைகளை ஃபிராய்டு கண்டுபிடித்தார். அவருடைய கொள்கைகள் உளவியல் வளர்ச்சிக்கு அடிகோலின. மறந்து போனதாகவோ, அடங்கி விட்டதாகவோ கூறும் அனுபவம் பற்றி ஆராய வேண்டியதின் இன்றியமையாமையை இவர் வலியுறுத்துகிறார்.

வரலாற்றில் தலைசிறந்து இடம் பெறும் சிந்தையாளர்களில் முதன்மையானவராக விளங்கினார். இவருடைய ஆராய்ச்சிகளும், கட்டுரைகளும் பல்வேறு மனிதர்களின் இயல்பான எண்ணங்களை மாற்றிய மைத்தன. இவர் கொள்கைகள் மனநோயியலும் (psychiatry) உளவியலிலும் (psychology) பெரும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தின. சில மனநோய் வல்லுநர்களும் உளவியல் அறிஞர்களும் பிராய்டின் சில கொள்கைக்கு மறுப்புக்கூறினும் மனநோயினைக் குணப்படுத்துவதில் இவர் கொள்கைகளே அடிப்படையாக விளங்குகின்றன.



ஃபிராய்டு குறிப்பாக இயற்கைக்கு மாறான உளவியலிலும் (abnormal psychology) ஆளுமையிலும் ஆய்வு செய்தார். பால் வளர்ச்சி தொடர்பான ஃபிராய்டின் கொள்கைகள், திறந்த மனத்துடன் கலந்துரையாடவும், பால் தொடர்பான சிக்கலுக்குத் தீர்வு காணவும் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன.

குழந்தைகள் சிறந்த சூழ்நிலையில் வளர்ந்தால் மட்டுமே அவர்களின் எதிர்காலம் சிறப்பாக அமையும் என அவர் உணர்ந்தினார். இக்கருத்தை இன்றைய அறிஞர் பெருமக்களும் ஆசிரியர்களும் பெற்றோர்களும் ஆதரிக்கின்றனர். இவருடைய கொள்கைகள் மானிடவியலிலும், சமூகவியலிலும் செல்வாக்குப் பெற்று திகழ்ந்தன. பெரும்பாலான சமூக அறிவியலார் இவருடைய முதியவர்களின் சமூக உறவுகள் (adults social relationships) பற்றிய கோட்பாட்டின் கொள்கைகளை ஏற்றுக் கொள்கின்றனர். சமூக எதிர்ப்பு நடத்தையிலும் (anti social relationship) அவற்றின் மனோநிலைகளிலும் ஃபிராய்டின் கொள்கைகள் சிறப்பாகத் திகழ்கின்றன. பெற்றோர்களும், ஆசிரியர்களும் திணிக்கும் உணர்ச்சி வயமான முரண்பட்ட கருத்துகளால் குழந்தைகளின் நடத்தையில் சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன என்று கருதுகின்றனர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

செ. மரியசூசைநாதன்

## பிராய் மரம்

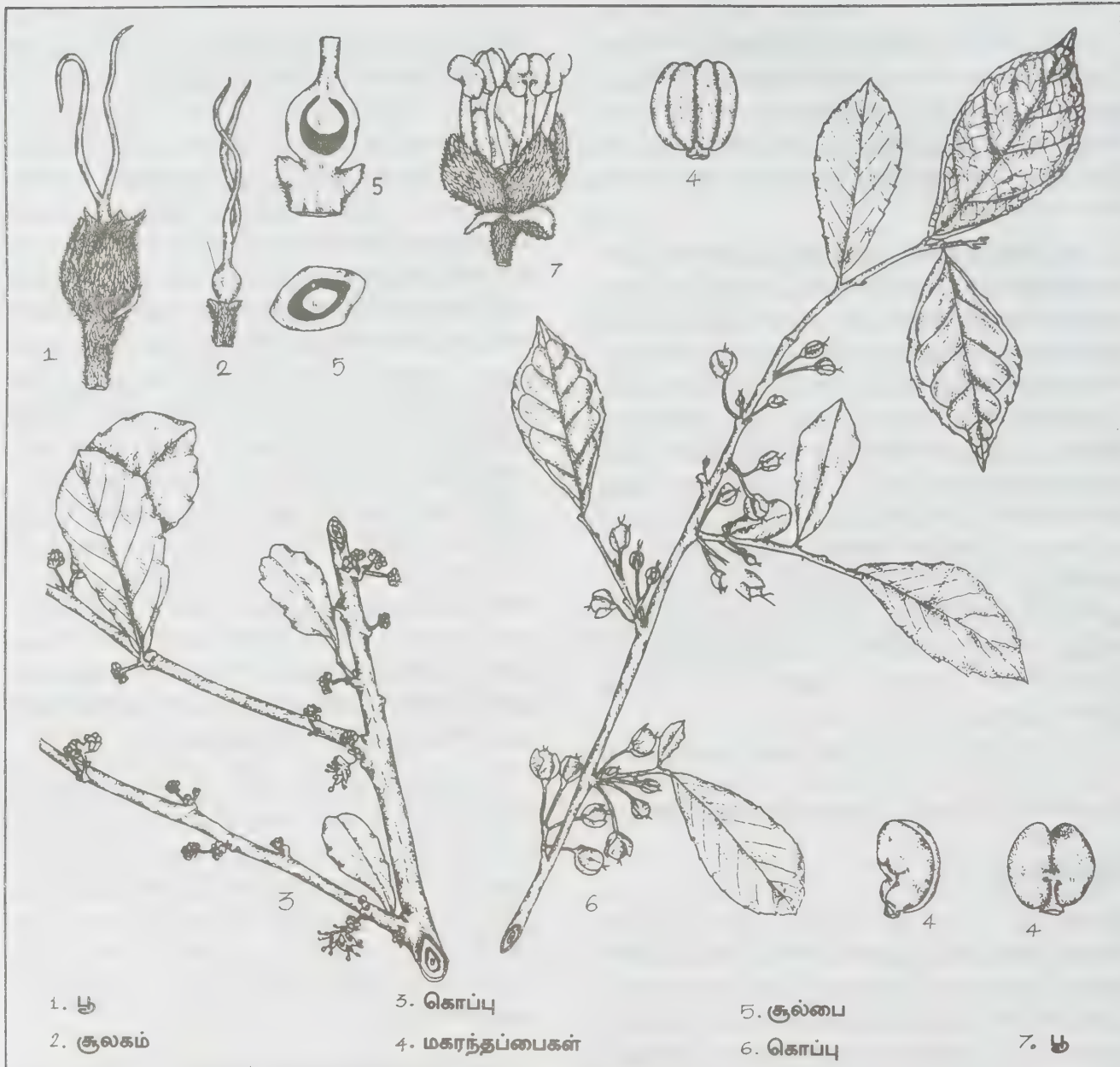
இதற்குக் குட்டிப்பலா, குட்டிப்பிலா, பறா, பிரா, புரா பெருக்கு என்று பல பெயர்கள் உண்டு. பிராய் மரத்தின் தாவரப் பெயர் ஸ்ட்ரெப்லஸ் ஆஸ்பர் (Streblus asper) ஆகும். எபிகார்புட்டுஸ் ஓரியண்டாலிஸ் (Epicarputus orientalis) என்னும் இணை தாவரப் பெயரும் இதற்குண்டு. இது மோரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மரம். சமவெளி மற்றும் கடற்கரையோரங்களிலும் மலைப்பகுதிகளில் 1000 மீ. உயரம் வரையிலும் பிராய் மரத்தைக் காணலாம். இதனை ஸ்ரீலங்கா, இந்தியா, மியான்மர், தென்சீனா, இந்தோசீனா, தாய்லாந்து, அந்தமான், மலேசியா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். இது தமிழகத்தில் ஈரமுள்ள இடங்களில் பொதுவாக வளர்ந்து காணப்படுகிறது.

மரம். இது 10 மீ. உயரம் வரை வளரும் சிறுமரம். அடிமரம் ஏறக்குறைய 1 மீ. விட்டமுடையது. இதன் பட்டை

2 செ.மீ. கனமுள்ளது. இம்மரத்திலிருந்து பால் வடியும். இதன் இலைகள் மாற்றடுக்கில் அமைந்தவை. சிறகமைப்பு நரம்புகள் கொண்டவை. இவை வழக்கமாக 3 வரிகளுடனிருக்கும். இலைகள் நீள்வட்டம்-தலைகீழ் முட்டை வடிவிலிருக்கும். இலையோரம் மழுங்கிய பற்களைக் கொண்டிருக்கும். இலையின் நுனி கூர்மையானது. இலைக்காம்பின் நீளம் 4 மி.மீ. கத்தி வடிவ இலையடிச் செதில்கள் சிறியவை. இவை முதிருமுன்பு உதிர்பவை. இலைக் கோணங்களில் அமைந்திருக்கும் ஈரகமுடைய மலர்கள் ஒருபாலானவை. ஆண் பூக்கள் தலை மஞ்சரி அல்லது கதிரிலும் பெண்பூக்கள் கற்றையாயுமிருக்கும். இம்மரத்தில் ஜனவரி - மார்ச் மற்றும் ஜூலை-செப்டம்பரில் தனிப்பூக்கள் காணப்படும். ஆண் பூவில் இதழ்கள் நான்கும் தனித்தும், குத்துவாள் வடிவிலும், 2.5 மி.மீ. அளவிலும், குழிந்தும் உள்ளன. மகரந்தத்தாள்கள் நான்கு. மகரந்தக் கம்பியின் நீளம் 2.5 மி.மீ. மகரந்தப் பை 1 மி.மீ. அளவுடையது. பூவடிச் செதில்களும் பூக்காம்புச் செதில்களும் முட்டை வடிவிலும், முனை மழுங்கியும், 2.5 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கும். இதில் பூவிதழ்கள் நான்கு முட்டை வடிவிலும் குவிந்தும் 4 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கும். சூற்பை முட்டை வடிவிலும் 3 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கும். இது பூவிதழ்களால் தழுவப் பெற்றிருக்கும்.

சூலகத்தண்டு கிளைத்தும் 9 மி.மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். இம்மரத்தில் ஆண்டு முழுதும் கனிகளைக் காணலாம். கனி சற்றே உருண்டையாக, மஞ்சள் நிறத்திலும், 5 மி.மீ. குறுக்களவிலும் இருக்கும். இதன் புற உறை சவ்வு போன்றிருக்கும். இதற்கு முளை சூழ் தசை இல்லை. கரு உருண்டை வடிவில் காணப்படும். வித்திலைகளில் ஒன்று பெரியதாகவும் மற்றொன்றை மூடியும் இருக்கும்.

பயன். இம்மரத்தைப் பிளந்து விறகாகப் பயன் படுத்தலாம். தழையை கால்நடைகள் உண்ணும். இதன் இலைகளைக் கொண்டு யானைத் தந்தத்தால் உருவான பொருள்களைத் தேய்த்து மெருகிடலாம். இதன் இலைகளும் மரப்பாலும் மருந்துக்கு உதவுகின்றன. பட்டையை இடித்துக் கிடைக்கும் ாறு, சிறுநீர் செந்திறமாகப் போவதைக் குணமாக்குகிறது. பட்டைக் குடிநீருடன் மித வெப்ப நீரைக் கலந்துத்தர வயிற்றுவலி குணமாகும். இதன் இலைகளிலுள்ள நரம்புகளை நீக்கிய பின் அவற்றை வறுத்துப் பனங்கற்கண்டு சேர்த்து அரைத்து 1 - 2 கிராம் வீதம் நாள்தோறும் மூன்று வேளை தரச்

பிராய் மரம் (*Strebius asper*)

சீதக்கழிச்சல் திற்கும். இம்மரத்துப் பால் கை, கால்களில் காணும் வெடிப்புகளை குணமாக்கும். நிமோனியாக் காய்ச்சலுக்கு மரப்பாலை நெஞ்சில் தடவுவது உண்டு. கண் சிவத்தலைப் போக்கவும் மரப்பால் உதவுகிறது. இதன் கனிகளும் இலைகளும் கண் நோய்களைப் போக்கப் பயன்படுகின்றன.

கோ. அர்ச்சுனன்

### ஃபிராயன் நோயியம்

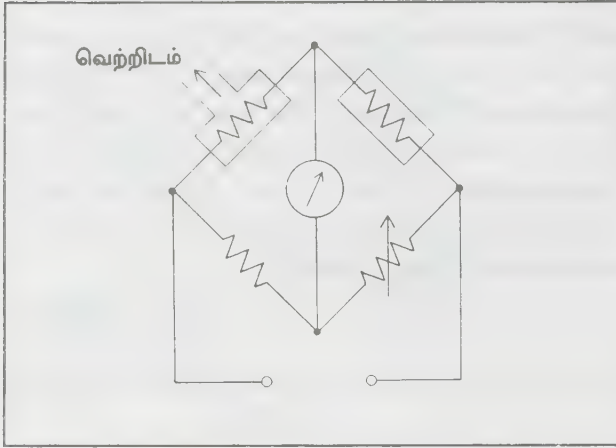
1874 இல் ஃபிராயன் ஜார்ஜஸ் என்னும் வியன்னா நகர மருத்துவ வல்லுநர் இந்நோய் பற்றிக் குறிப்பிட்டார். தண்டுவட நோய்களால், பெருமூளை தண்டுவடப் பாதை அடைப்பட்டு விடுவதால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பற்றிய நோய்க் குறித்தொருதி, பிராயன் நோயியம் (Frohn's syndrome) எனப்படும். நோய் தைவுக்குக் கீழே தண்டுவடத்துளை செய்து, பெருமூளைத்





அழுத்தம் அளக்க வேண்டிய வெற்றிடத்திற்கு அதை உட்படுத்த வேண்டும். மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி கம்பியைச் சூடாக்க வேண்டும். இதனால் உண்டாகும் சூட்டை அக்கம்பியைச் சுற்றியுள்ள வளிமம் வெளியேற்றி விடும். இக்கம்பி விரைவாகச் சம வெப்பநிலையை (equilibrium temperature) அடையும். மின்தடை, வெப்பநிலையை பொறுத்து மாறுபடுவதால், சமனியின் சமநிலை (balance) மாறும்.

பொதுவாக வெளியீட்டு அளவி, மில்லி மின்னோட்ட அளவியாகவே இருக்கும். இந்த அளவி நேரடியாக அழுத்தத்தைக் கொடுக்குமாறு அளவிடு செய்யப்பட்டிருக்கும். வளிமத்தின் வெப்பக் கடத்துமை மிகுதியாக இருப்பின் கம்பியின் வெப்பநிலை குறைவாக இருக்கும். கம்பியிலிருந்து மின்முனைகள் வழியே வெப்ப இழப்பு ஏற்படும்.



### பிரானிக் கடினையைப் பயன்படுத்திக் குறை அழுத்தத்தை அளத்தல்

பிரானிக் கடினையை விலை குறைந்ததாகவும், துல்லியமாக அளக்கக் கூடியதாகவும் விளங்குகிறது.

இரா. இந்து

கலவையில் பெரும்பாலும் இரு கூறுகளே இடம் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. ஒரே கட்டத்தில் முழுமையாக பிரிப்பு நிகழ்ந்துதல் இயலாது. எனினும், பொதுவாக ஒரு கலவையைப் பிரிப்பதன் நோக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளைத் தூய்மையாக்குதலேயாதலால், அப்பொருளை மட்டும் பிரித்தெடுப்பதற்குத் தக்கவாறு உத்திகள் வரையறுக்கப் படுகின்றன. பெட்ரோலியத் தூய்மிப்பு போன்ற துறைகளில் கலவையில் இடம் பெறும் பொருள்கள் யாவுமே தூய நிலையில் பிரித்துப் பயன்படுத்த வேண்டியனவாக இருக்கும்.

பிரிக்கப்படவேண்டிய கலவையின் கூறுகளின் நிலைமைகளைப் பொறுத்துப் பிரிப்பு உத்திகள் வகையிடப்படுகின்றன.

நீர்மம் - திண்மம் வளிமம்-வளிமம் வளிமம்-திண்மம்

படிவித்தல்	குறை வெப்பநிலை	
	வாலை வடித்தல்	புவி ஈர்ப்பினால் படிவித்தல்
கெட்டியாக்கல்		
தெளிவித்தல்	உறிஞ்சுதல்	மோதுகை வழிப்பிரிப்பு
வடிகட்டல்	உட்கவர்தல்	மின்காந்தப் பிரிப்பு
மைய விலக்கல்	விரவல்	வடிகட்டல்
உலர்த்தல்	வெப்பவிரவல்	
தெளித்து	மின்காந்தப்	
உலர்த்தல்	பிரிப்பு	
ஆவியாக்கல்	வண்ணப் படிவுப் பிரிகை	
படிகமாக்கல்	குளிர்வித்தல்	
திவலையாக்கல்		
வாலை வடித்தல்	துகள் அளவு வகையீட்டு பிரிப்பு	புவி ஈர்ப்பினால் படிவித்தல்
சாறு இறக்கல்	சலித்தல்	உலர்த்தல்
கூழ்ப்பிரிப்பு	அடர் ஊடக வழிப் பிரிப்பு	திவலையாக்கல்

### பிரிகை எந்திர முறை

வேதிச் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்தாது கலவையைப் பிரிக்கும் வழிமுறை எந்திர முறைப் பிரிகை எனப்படும். இவ்வகை உத்திகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பாக இரண்டு அடிப்படை உண்மைகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.



மின்னாற் சூழ்ப்பிரிப்பு	அலைத்துப் பிரித்தல் காந்தப் பிரிப்பு நிலை மின்னியப்பிரிப்பு மிதப்பு, பதங்கமாதல் உறைவித்து உலர்த்தல்
----------------------------	--

### பிரிப்பு முறைகளின் அடிப்படைக் கொள்கைகள்

வழி முறை	அடிப்படைக் கொள்கை
துகள் அளவு வழி வகையீடு சலித்தல்	மைய விலக்கு விசை வெவ்வேறு அளவு துகள்களைப் பிரிக்கிறது. துகள்களுக்கும் சல்லடைத் துகள்களுக்கும் இடையேயான குறுக்களவு வேறுபாடு.
படிதல் வகையீடு	அடர்த்தி வேறுபாட்டால் படிவித்தலில் விரைவு மாற்றம்.
அடர் ஊடக வழி பிரிப்பு	நீர்ம ஊடகத்திற்கும் கலவையிலுள்ள துகள்களுக்கும் அடர்த்தியில் உள்ள வேறுபாட்டின் அடிப்படையில் கூறுகளை அடுக்கடுக்காகப் பிரித்தல்
அலைத்துப் பிரித்தல் (Jigging)	அடர்த்தியில் உள்ள வேறுபாட்டால் படிவித்தலில் விரைவு மாற்றம்
காந்தப் பிரிப்பு	காந்த ஈர்ப்பு
நிலை மின்னியல் பிரிப்பு	பிரிப்பதற்கு முன் துகள்களின் மீது மின்னேற்றம் சுமத்தல்
மிதப்பு முறை	குறை அடர்த்தியும், நீருடன் ஒட்டவொண்ணா இயல்பும் கொண்ட துகள்கள் நுரைக் குமிழ்களுடன் மிதத்தல்
உறைவித்து உலர்த்தல்	பதங்கமாதலில் ஒரு சிறப்பு உத்தி
கெட்டியாக்கல்	செறிவூட்டும் நோக்குடன் படிவித்தல்
தெளிவாக்கல்	தூய்மையாக்கும் நோக்குடன் படிவித்தல்

வடிகட்டல்	தக்க துளையளவு கொண்ட சவ்வுப் பரப்பின் மீது திண்மத் துகள்களைத் தக்கவைத்தல்
மையவிலக்கல்	மைய விலக்கு விசையால் திண்மத் துகள்களைப் பிரித்தல்
ஆவியாக்கல்	கரைசல் அல்லது குழம்பிலிருந்து கரைப்பானை ஆவியாக்கல்
படிகமாக்கல்	திண்மக் கரைசல் தயாரித்துப் பின்பு குளிர்வித்தல்
கரைத்துப் பிரித்தல் (leaching)	ஒரு வகைச் சாறு இறக்கல் (solvent extraction)
மோதுகைப்பிரிப்பு	வளிமத்தை விடத் திண்மப் பொருளுக்குச் சடத்துவம் கூடுதலாகப் (impringent seperation) பதிலீடு செய்தல்
சூழல் விசைப் பிரிப்பு	புவிஈர்ப்பு வகை விசைகளை மைய விலக்கல் விசைகளால் பதிலீடு செய்தல்
பை வடிகட்டல்	துணிப்பையின் பரப்பில் திண்மத் துகள்களை இறுத்துதல்
உறிஞ்சல்	கரைப்பானில் ஒரு வளிமத்தை மட்டும் தனித்துக் கரைத்தல்
உட்கவர்தல்	சில குறிப்பிட்ட வளிமங்களை மட்டும் திண்மப் பரப்பில் இறுத்துதல்
விரவல்	வளிமங்களிடையே (நுண்துளை வழியே) ஊடுருவதில் வேறுபாடு
குளிர்வித்தல்	உட்கூறுகளின் கொதிநிலை கூறுக்கிடையே பெருத்த வேறுபாடுகள்
சீர்படுத்தல்	ஆவியில் ஒரு கூறின் விழுக்காட்டைக் கூடுதலாக்கும் பொருட்டு வாலை வடித்தல் வாயிலாக ஏனைய கூறுகளின் கொதி நிலைகளில் அவற்றை அகற்றல்
சூழ்ப்பிரிப்பு	சிறு மூலக்கூறுகள் தக்க சவ்வு வழியே ஊடுருவிச் செல்லல்
மின் வழிக் சூழ்ப்பிரிப்பு	நேர் அயனிகளும் எதிர் அயனிகளும் தனித்தனியே சவ்வுகள் வழியே ஊடுருவல்

## பிரிசியன் தீவு

இது வட ஐரோப்பாவின் பெரும் பரப்பிற்கு அப்பால் 5-32கி.மீ. பரவியுள்ள தீவுத் தொடர் ஆகும். பிரிசியன் தீவு (Frisian Island) வடமேற்கு நெதர்லாந்திலிருந்து கிழக்காக டச்சு மற்றும் ஜெர்மனி கடற்பகுதியோரமாக நீண்டு, வடக்கில் மேற்கு ஜெர்மனிக் கடற்பகுதியோரமாக வளைந்து காணப்படுகிறது. பிரிசியன் தீவை மேற்கு, கிழக்கு மற்றும் வட பிரிசியன் தீவு என்றும் பிரித்துக் குறிப்பிடுகின்றனர். பல்வேறு இயற்கைக் காரணிகளாலும், புயல், வெள்ளத்தாலும் இத்தீவு பெரும் நிலப்பரப்பிலிருந்து பிரிந்திருக்கக் கூடும் எனக் கருதப்படுகிறது.

டச்சு, ஜெர்மன் அரசுகள் அவற்றின் கடற்கரைகளைப் பாதுகாக்கவும், தீவை வளப்படுத்தவும் பெருந்தொகையைச் செலவழித்து வருகின்றன. மீன்பிடித்தல், செம்மறி ஆடு போன்ற கால்நடைகளை வளர்த்தல், ரை, ஓட்ஸ், உருளைக்கிழங்கு பயிரிடுதல் போன்ற தொழில்கள் நடைபெறுகின்றன. இதன் மணற்பாங்கான கடற்கரை சிறந்த உல்லாச இடமாகத் திகழ்கிறது.

நெதர்லாந்தைச் சேர்ந்த மேற்குப் பிரிசியன் தீவு, டெக்செல் விலிலேண்ட், டெர்ஸ்செலிங், ஏம்லாந்து, சிர்மானிக் போன்ற மக்கள் வாழும் இடத்தையும் சய்ம்ன்சாண்ட், போஸ்ச்பிளாட், ரட்டம்மாப்பிளாட் ராட்டம் போன்ற மனிதர்களற்ற இடத்தையும் கொண்டுள்ளது.

மேற்கு ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த கிழக்குப் பிரிசியன் தீவு எம்ஸ் ஆற்றின் கழிமுகத்திலிருந்து கிழக்காக ஜேட் கால்வாய், ஸ்சார்கான்ஸ், நியுவெர்க் ஆகிய இரு தீவுகளைக் கொண்டுள்ள ஜேட்பூசன் விரிகுடா வரை பரவியுள்ளது. மேற்குப் பிரிசியன் தீவை விடச் சிறிய இத்தீவுக்கூட்டம் போர்கம், ஜீய்ஸ்ட் நார்டெர்னி, பால்ட்ரம், லாங்கூக், ஸ்பிக்கெரூக், வாங்கூக் ஆகிய தீவுகளைக் கொண்டுள்ளது. இத்தீவு சிறந்த சுற்றுலா மையமாகத் திகழ்கிறது. விடுமுறைக் காலங்களில் இத்தீவுகளுக்குச் சென்றுவர நவீன படகு வசதிகள் உண்டு. மேலும் இத்தீவின் உட்பகுதிக்கு உல்லாச பயணிகள் சென்று வரத் தொடர் வண்டி இணைப்பும் உள்ளது.

மேற்கு ஜெர்மனிப் பகுதி, டென்மார்க் பகுதி வட பிரிசியன் தீவு என பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தனித்து இருக்கும் செம்மண் பாறைகளைக் கொண்ட தீவான ஹெல்கோலாண்ட்டைத் தவிர, வட பிரிசியன் தீவு எல்பு

கழிமுகத்தின் வடக்கிலிருந்து வடக்காகச் சென்று ஐட்லாண்டு முந்தீரகம் வரை பரந்து காணப்படுகிறது.

ம.அ. மோகன்

## ஃபிரிட்

கனிமப் பூச்சுகளுக்கும், மெருகுப் பூச்சுகளுக்கும் தேவைப்படும் அரைக்கப்பட்ட கண்ணாடி வகைப் பொருள் ஃபிரிட் (frit) ஆகும். மூலப்பொருள்களைக் கொண்டு கலந்து உருக்கி, நீர்மத்தை நீரிலிட்டுக் குளிர்வித்துச் சிறுமணிகளாகச் சிதறச் செய்யவேண்டும். இச்செயல்முறையின் வாயிலாக நீரில் கரையக் கூடிய மூலப்பொருள் கலவையை நீரில் கரையாத கண்ணாடியாக்கலாம். வெப்பம் தாங்கவல்ல, அமிலத் தன்மை வாய்ந்த பொருள்களான குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் (feldspar) ஆகியவற்றைக் காரத்தன்மை கொண்ட இளக்கிகளான போராக்ஸ், சோடா சாம்பல், கிரையோலைட் ஆகியவற்றுடன் கலந்து, உருக்கி நீரில் அமிழ்த்தி ஃபிரிட் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் சிறு மணிகளை அரைத்து, பொடியுடன் ஒளிபுகவிடா தன்மையைப் புகுத்தும் பொருள்களையும் நீரையும் கலக்கலாம். தேவைப்படின வண்ண உலோக ஆக்சைடுகளைச் சேர்க்கலாம்.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

## பிரிட்னிசோலோன்

சிறுநீரகத்திற்கு மேல் மகுடம் போன்று அமைந்துள்ள சிறுநீரகச் சுரப்பியின் புறணிப் (cortex) பகுதியிலிருந்து கார்ட்டிக்கோஸ்டிராய்டு ஹார்மோன் சுரக்கப்படுகிறது. இது குளுக்கோ கார்ட்டிக்காய்டு, தாது உப்பு கார்ட்டிக்காய்டு (mineralo corticoid) என இருவகைப்படும். பிரிட்னிசோலோன், குளுக்கோ கார்ட்டிக்காய்டு வகையைச் சார்ந்த ஒரு செயற்கைத் தயாரிப்பு மருந்து ஆகும்.

இயக்கம். இது புரதங்களிலிருந்து சர்க்கரை உற்பத்தியாவதைத் தாண்டுகிறது; குருதியிலும் சிறுநீரிலும் குளுக்கோஸ் அளவைக் கூடுதலாக்குகிறது. எனவே இதைத் தொடர்ந்து பல நாட்கள் உட்கொண்டு வந்தால் நீரிழிவு நோய் ஏற்படலாம். இம்மருந்து புரதங்களின் சிதைவை மிகுதியாக்குவதுடன் அவற்றின் உற்பத்தியையும் ஒடுக்குகிறது. எனவே இதை வளரும் குழந்தைகளுக்கு மிகையளவில்



கொடுத்தால் குழந்தைகளின் வளர்ச்சி குன்றும். காயங்களும் மெதுவாகவே நலமாகும். இது முகம், கழுத்து, வயிறு போன்ற இடங்களில் கொழுப்புத் திசுக்களைச் சேர்க்கிறது. உடலில் கொழுப்பு மறுவழங்குகை செய்யப்படுதலையும் ஊக்குவிக்கிறது. உடலில் சோடியத்தைத் தக்கவைக்கும் பண்பும் ஓரளவுக்கு இதற்கு உள்ளது. மேலும் கால்சியம், பொட்டாசியம் போன்றவற்றைச் சிறுநீரகங்களின் மூலம் சிறுநீரில் மிகையளவில் வெளியேற்றுகிறது.

இது நியூட்ரோஃபில் வெள்ளையணுக்கள் உடலில் அழற்சி ஏற்பட்ட பகுதிக்கு இடம்பெயர்வதை ஒடுக்குகிறது. மேலும் முதிர்ச்சியடையாத நாரியியற் செல்களின் (fibroblasts) பணியைக் குறைக்கிறது. முறிமெய்யங்களை (lysosomes) நிலைநிறுத்துகிறது. மேற்கூறிய செயல்களின் மூலமாக இது அழற்சி எதிர் இயக்கத்தை (anti inflammatory action) ஏற்படுத்துவதாகக் கருதப்படுகிறது.

இது மைய நரம்பு மண்டலத்தில் இயங்கிச் சுகமாக இருப்பது போன்ற ஓர் உணர்வை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் நடத்தை தொடர்பான வேறு பல மாற்றங்களையும் சிலரிடத்தில் மனநோய்களையும் ஏற்படுத்துகிறது. இதனை நாட்பட்ட பயன்படுத்தினால், இயக்கு தசைகளின் வலிமை குன்றுகிறது. இவ்விளைவு, இம்மருந்து பொட்டாசிய இழப்பை ஏற்படுத்துவதாலும் தசைகளின் மீது இது உண்டாக்கும் பிற வளர்சிதை மாற்ற இயக்கங்களாலும் ஏற்படலாம்.

பாக்டீரியா நோய் தொற்றுகளால் ஏற்படும் அழற்சியைக் குறைக்க இதைப் பயன்படுத்தினால், நோய்த் தொற்று அதிகரிக்கவும் கூடும் என்றும் கூறுவர். நெடுங்காலம் இதனைப் பயன்படுத்தும்போது காளானின் மிகைப்படியான நோய்த்தொற்றை ஏற்படுத்தக்கூடும்.

வாய்மூலம் தரும்போது இம்மருந்து முழுமையாக உட்கவரப்படுகிறது. இம்மருந்து பயன்படுத்தப்படும் சில முதன்மை நோய் நிலைகளாவன: சிறுநீரகச் சுரப்பியின் செயல் குன்றிய நோய்நிலை, அடிசனின் நோய், மூச்சுக்குழாய் ஆஸ்துமா (bronchial asthma), முடக்குவாத மூட்டு அழற்சி (rheumatoid arthritis), பெறப்பட்ட, சிவப்பணு அழிவுறும் சோகை நோய் (acquired haemolytic anaemia), கடும் ஒவ்வாமைத் தோல் அழற்சி, மருந்துகளால் ஏற்படும் ஒவ்வாமை வினைகள் (எ - டு: பெனிசிலின் ஒவ்வாமை), சிறுநீரக அழற்சி நோயியம், புண்ணுடைய பெருங்குடல் அழற்சி (ulcerative colitis), வெள்ளணு-குறு-புற்றுநோய் (acute lymphatic leukemia) போன்ற சில குருதிப் புற்றுநோய்கள், பெருமூளை அ.க.15-29

தீர் வக்கம் (cerebral oedema), மாற்று உறுப்புகளைப் பொருத்தும்போது ஏற்படும் தடுப்பாற்றல் மறுவினைகளைக் கட்டுப்படுத்தவும் இது பயன்படுகிறது. சிறு முண்டுன் கூடிய இமை இணைப்படல் அழற்சியிலும் சில குறிப்பிட்ட கண் நோய்களிலும் கண் சொட்டு மருந்தாகவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

வேண்டா விளைவுகள். இதை நீண்ட காலம் பயன்படுத்தினால் முகம் பருமனாகி வட்ட வடிவமாகத் தோன்றும். மேலும் சிறுநீரகப் புறணியின் பணியையும் ஒடுக்கக் கூடும்; எலும்பு நலிவு நோய், தசை நலிவு, குருதியில் பொட்டாசியக் குறைவு முதலிய விளைவுகளும் ஏற்படக்கூடும்; மிகை குருதி அழுத்தம், இரைப்பை முன் சிறுகுடல் புண் (pepticulcer) போன்ற விளைவுகளையும் இது ஏற்படுத்தக் கூடும்.

தயாரிப்பு. பிரிட்னிசோலோன் 5 மி.கி. அளவுள்ள மாத்திரைகளாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. கண் நோய்களில் பயன்படுத்த ஏற்ற வகையில் இது 0.5% அளவு கொண்ட களிம்பு மருந்தாகவும் (ointment) தயாரிக்கப்படுகிறது.

கு. சிவஞானம்

துணைநூல். Alfred Goodman Gilman, et.al., *Goodman and Gilman's The Pharmacological basis of Therapeutics*, Sixth Edition, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1980.

## பிரிடின்

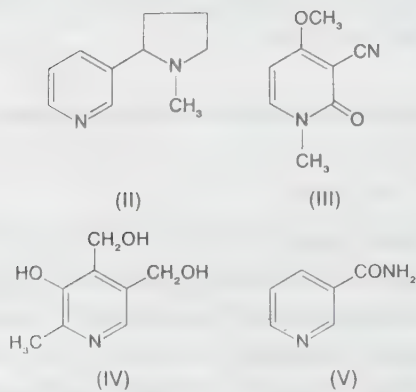
இது ஒரு வேற்றணு வளையச் (heterocyclic) சேர்மம். இதில் மூன்று நிறைவுறாப் பிணைப்புகள், ஐந்து கார்பன் அணுக்கள், ஒரு நைட்ரஜன் அணு ஆகியன பென்சீன் வளைய அமைப்பில் இணைந்துள்ளன. பிரிடினும் (I) அதன் உடனொத்த சேர்மங்களும் (homologues) கரித்தார் பிரித்தெடுத்தல் மூலமும், தொகுப்பு முறையாலும் பெறப்படுகின்றன.



(I)

பின்வரும் பிரிடின் சேர்மங்கள் வணிகத்தில் பயனில் உள்ளவை; பிரிடின், 2-, 3-, 4- மெத்தில் பிரிடின் (இவை  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - பிக்கோலின் என்றும் குறிக்கப்படும்). 2, 4 - டைமெத்தில்; 2, 6 - டைமெத்தில்; 3, 5 - டைமெத்தில் பிரிடின் (இவை முறையே 2, 4-, 2, 6-, 3, 5 - லூட்டிடின் என்றும் குறிப்பிடப்படும்). 5 - எத்தில் - 2 - மெத்தில் பிரிடின் (ஆல்டிஹைடு கொல்லிடின்) ஆகியன. பெருமளவில் வணிகத்தில் தயாரிக்கப்படும் பிற பிரிடின் சேர்மங்களாவன; நிக்கோடினிக் அமிலம் (பிரிடின் - 3 - கார்பாக்சிலிக் அமிலம்), நிக்கோட்டின் (II) என்பது பூச்சிக் கொல்லிப் பண்புடைய நிக்கோட்டினமைடு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. 2 - அமினோபிரிடின் என்பது மருந்துப் பொருள் தயாரிக்கவும், பைப்பிரிடின் (ஹெக்சா ஹைட்ரோ பிரிடின்) கரைப்பானாகவும், 2 - வினைல் பிரிடின் பல்லுறுப்பித் தயாரிப்பில் ஒருறுப்பியாகவும் பயன்படும்.

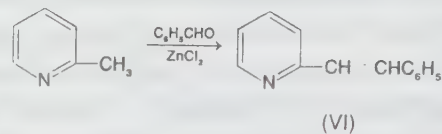
இயற்கையில் காணப்படும் சேர்மங்களில் பிரிடின் அமைப்புகள் உள்ளன. சான்றாக நிக்கோட்டின் (II) புகையிலையிலும், ரிசினின் (III) ஆமணக்குக் கொட்டையிலும் பிரிடாக்கிம் அல்லது வைட்டமின் B<sub>6</sub> (IV) நிக்கோட்டினமைடு அல்லது நியாசினமைடு அல்லது வைட்டமின் P இலும் மற்றும் பிற அல்கலாய்டுச் சேர்மங்களிலும் உள்ளன.



பண்பு. பிரிடின் நிறமற்ற, நீர் உறிஞ்சும், எரிச்சலூட்டும், கெட்ட நெடியுடைய நீர்மம். நீரற்ற பிரிடின் நீர்மம் 115.2-115.3°C இல் கொதிக்கிறது. இதன் அடர்த்தி (20/4) 0.98;  $n_D^{20}$  1.50 பிரிடின் கரிமக் கரைப்பான்களிலும் நீரிலும் கரையும். பிரிடின் ஒரு மூவிணைய அமின் (PK<sub>a</sub> 5.17 (25°Cஇல்) இது எளிதில் பிரான்ஸ்டெட்லவர் அமிலங்களுடன் இணைகிறது. பிரிடின்

ஓர் அரோமாட்டிக் சேர்மம். இது வெப்பம், அமிலம், காரம் ஆகியவற்றால் பாதிப்படவதில்லை. பிரிடின் எலக்ட்ரான் கவர் வினையில் (electrolytic reaction) எளிதில் ஈடுபடுவதில்லை. சல்ஃபோனேற்றம், நைட்ரோ ஏற்றம் போன்ற வினைகள் நிலை 3ல் மிகுதியாக நிகழ்கின்றன. ஆனால் கருக்கவர் பதிலீடு வினை நிலை (nucleophilic substitution) 2ல் எளிதில் நடைபெறுகிறது. நிலை 4இல் மெதுவாகப் பதிலீடு நடக்கும். இதன் உடனியைவு ஆற்றல் 35 கி.கலோ/மோல். பிரிடின் கனிம, கரிமச் சேர்மங்களுக்கான கரைப்பானாகவும், கார வினைவேக மாற்றியாகவும், வினை இடைநிலைப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. பிரிடின் தோலில் பட்டால் எரியும் தன்மையது. வளிமண்டலத்தில் 5 ppm என்னும் அளவிற்கு மிகுந்தால்தீய விளைவுகளை உண்டாக்கும். இதனால் கல்லீரல், சிறுநீரகம் ஆகியவை பாதிக்கப்படலாம்.

நைட்ரிக் அமிலத்தால் பிரிடின் உடனொத்தச் சேர்மங்கள் அல்லது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும் போது பதிலிடப்பட்ட தொகுதி கார்பாக்சிலிக் அமிலமாக மாற்றம் செய்யப்படுகிறது. 2 அல்லது 4 ஆம் நிலை, மெத்தில் பிரிடினில் வினை 3 - மெத்தில் பிரிடினில் நிகழ்வதைவிட எளிதில் நிகழ்கிறது. சான்றாக, 2 மற்றும் 4-மெத்தில் பிரிடின் பென்சால்டிஹைடுடன் குறுக்க வினையுற்று ஸ்டைரின் பெறுதிகளை உண்டாக்கும்.

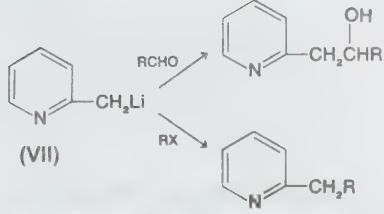


ஆனால் 3 - மெத்தில் பிரிடின் இவ்வினையில் ஈடுபடுவதில்லை. பியூட்டைல் லித்தியம் அல்லது சோடாமைடு 2 மற்றும் 4-மெத்தில் பிரிடின் மெட்டலேட்டுகளுடன் வினைபுரிந்து பிரிடில் மெத்தில் உலோகங்களை (VII) உண்டாக்கும். இவ்வினைப் பொருள் காரிபோனைல் சேர்மங்களுடனும், அல்கலைக் ஹாலைடுகளுடனும் சாதாரணமாக வினைபுரியும்.

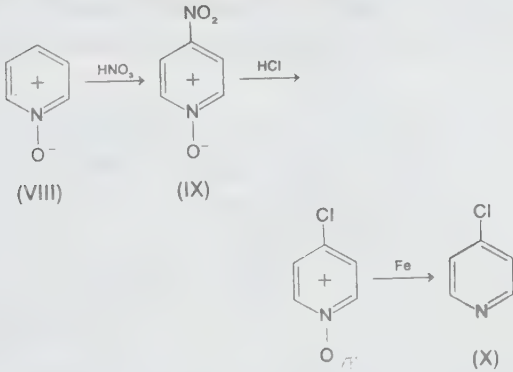
பல ஹாலோஜனேற்றப்பட்ட பிரிடின் பெறுதிகள் அறியப்பட்டுள்ளன. 300-400°Cஇல் பிரிடனை நேரடியாகப் புரோமினேற்றம் செய்தால் புரோமின் பதிலீடு 3 அல்லது 5 ஆம் நிலைகளில் நிகழ்கிறது. 2 - பிரிடோன், பாஸ்ஃபரஸ் ஆக்சிபுரோமைடு ஆகியன வினைபுரிவதால்



2-புரோமோபிரிடின் பெறலாம். 3-அமினோபிரிடின் சாண்ட்மேயர் வினைக்குட்படுவதால் அல்லது பிரிடின் முதலில் பாதரச ஏற்றம் செய்து பின்னர் புரோமினேற்றம் செய்வதால் 3 - அமினோ புரோமின் கிடைக்கும்.



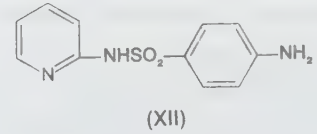
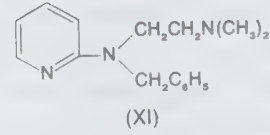
2 - குளோரோபிரிடின் எனும் சேர்மம் N - மெத்தில் 2-பிரிடோனும் பாஸ்பரஸ் பென்ட்டாகுளோரைடும் வினைபுரிவதால் விளைகிறது. பிரிடின் - N - ஆக்சைடை (VIII) நைட்ரோஏற்றம் (nitration) செய்து கிடைக்கும் 4-நைட்ரோ-பிரிடின் - N - ஆக்சைடு (IX) சேர்மத்தை ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்த வேண்டும். இரும்பு-அசெட்டிக் அமிலக் கரைசலால் இந்த ஆக்சைடை ஒடுக்கி ஆக்சிஜனை வெளியேற்ற வேண்டும். ஆனால் பொதுவாக இந்த ஆக்சிஜன் நீக்கம் N-(4-பிரிடில்)-பிரிடீனியம் குளோரைடை ஆக்சைடுடன் சேர்த்து வெப்பப் படுத்துவதாலேயே நிகழ்த்தப்படுகிறது.



2 அல்லது 4ஆம் நிலையிலுள்ள ஹாலோப் பதிலிகளை (substituents) ஹைட்ராக்சி, அல்க்காக்சி, அமினோ தொகுதிகளால் எளிதில் பதிலீடு செய்யலாம். ஆனால் 3-ஹாலோ பதிலியை எளிதில் விலக்க முடியாது.

பிரிடின் நைட்ரோ ஏற்றம் செய்வதால் கிடைக்கும் 3-நைட்ரோ பிரிடின் 3-அமினோ பிரிடீனாக மாற்றலாம். அ.க.15-29அ

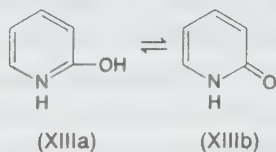
நிகட்டினோமைடை (V) ஹாப்மன் அமைப்பு மாற்ற வினைக்குட்படுத்துவதால் (rearrangement) 3-அமினோ பிரிடின் பொதுவாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. 4-நைட்ரோ பிரிடின்-N- ஆக்சைடு (IX) இரும்பு மற்றும் அசெட்டிக் அமில வினைப்பொருளால் ஒடுக்கமடைந்து 4-அமினோ பிரிடின் உண்டாக்குகிறது. பிரிடின் சோடாமைடு வினைப்பொருளால் நேரடி அமினேற்றம் செய்வதால் 2-அமினோ பிரிடின் விளைகிறது. இது தொழிலகங்களில் பெருமளவில் தயாரிக்கும் முறையாகும். 2-அமினோபிரிடின் பிரிபென்சமின் (XI) எனும் ஹிஸ்டமின் எதிர்ப்பியும் (antihistamine), சல்ஃபா பிரிடின் (XII) எனும் பாக்கீரியா எதிர் மருந்தும் (bacteriostatic) தயாரிக்க பயனாகிறது.



பெரும்பாலான வினைகளில் 3 - ஹைட்ராக்சி பிரிடின் ஃபீனாலை ஒத்துள்ளது. இது 3 - அமினோ பிரிடின் எவ்வாறு n-அரோமாட்டிக் அமினின் பண்புகளை ஒத்துள்ளதோ அதைப் போன்றாகும். ஆனால் 2 அல்லது 4ஆம் நிலைகளில் ஹைட்ராக்சி அல்லது அமினோ தொகுதி பதிலிடப்பட்ட பிரிடின் ஃபீனால்கள் அல்லது அரோமாட்டிக் அமின்கள் ஈடுபடாத சில வினைகளைக் காட்டுகிறது. பிரிடின் மூலக்கூறில் ஹைட்ராக்சில் அல்லது அமினோ தொகுதிகள் அமைந்த சேர்மம் எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினையில் (electrophilic substitution) எளிதில் ஈடுபடுகிறது. 2-பிரிடோன் எனும் சேர்மம் 2 - அமினோபிரிடின் டைஅசோக்கம் (diazotisation) செய்வதால் உண்டாகிறது. பிரிடின் சல்ஃபோனேற்றம் செய்து, இதனால் கிடைக்கும் பிரிடின் 3 - சல்ஃபோனிக் அமிலத்தைக் கார உருவாக்குதல் செய்தால் 3 - ஹைட்ராக்சி பிரிடின் கிடைக்கிறது.

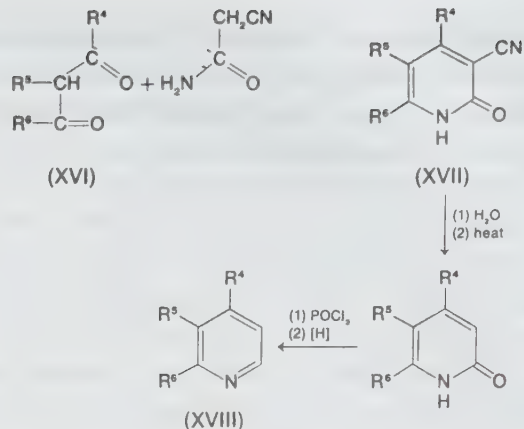
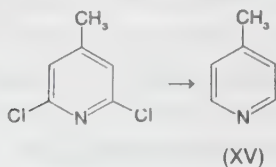
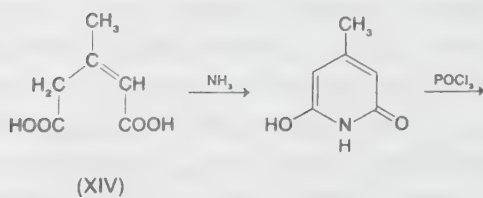
தயாரிப்பு. பிரிடின் மூலக்கூறில் ஆக்சிஜன் அணு இடம்பெறாத சேர்மத்தை ஆய்வகங்களில் தயாரிக்கலாம். 2 - ஹைட்ராக்சி பிரிடின் அல்லது 2, 6 - டைஹைட்ராக்சி பிரிடின் இயங்கு சமதிலை மாற்றியமாக (tautomer) அமைந்துள்ளது.

சான்றாக 2-பிரிடோன், 6-ஹைட்ராக்சி-2-பிரிடோன் (XIII b) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.



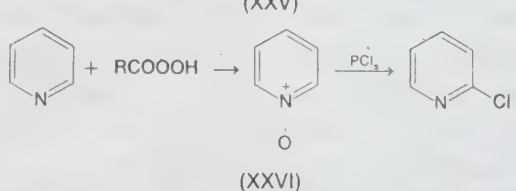
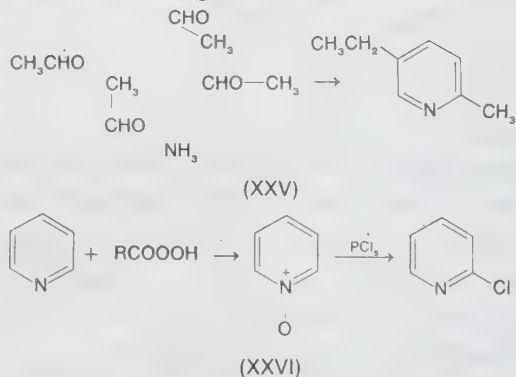
குளுட்டாகோனிக் அமிலம் அம்மோனியாவுடன் சேர்ந்து வளையமாக்கல் வினையில் ஈடுபட்டு 6 - ஹைட்ராக்சி - 2 பிரிடோன்களை உண்டாக்குகிறது.

பாஸ்பரஸ் ஆக்சிகுளோரைடைப் பயன்படுத்தி 2,6-டை குளோரோ பெறுதியாக மாற்றி, பின்னர் ஒடுக்க குளோரின் நீக்க வினையின் (reductive dechlorination) மூலம் 2 மற்றும் 6 ஆம் நிலையில் இருக்கும் ஆக்சிஜன் அணுக்களை நீக்கலாம். சான்றாக,  $\beta$  - மெத்தில் - குளுட்டோனிக் அமிலத்தை (XIV) 4 - மெத்தில் பிரிடோனாக (XV) மாற்றலாம். 1,3-டைகார்போனைல் சேர்மங்கள் (XVI) அல்லது அவற்றின் பிற சேர்மங்களைச் சயனோஅசெட்டமைடுடன் வினைப் படுத்தி 2 - பிரிடோன்களைப் (XVII) பெறலாம். இதனைத் தொடர்ந்து நிகழும் வினைகள் சயனோ தொகுதிகளையும், ஆக்சிஜன் அணுவையும் (XVIII) வெளியேற்றி, பதிலிடப்பட்ட பிரிடோன்களை (XVIII) உண்டாக்குகின்றன.



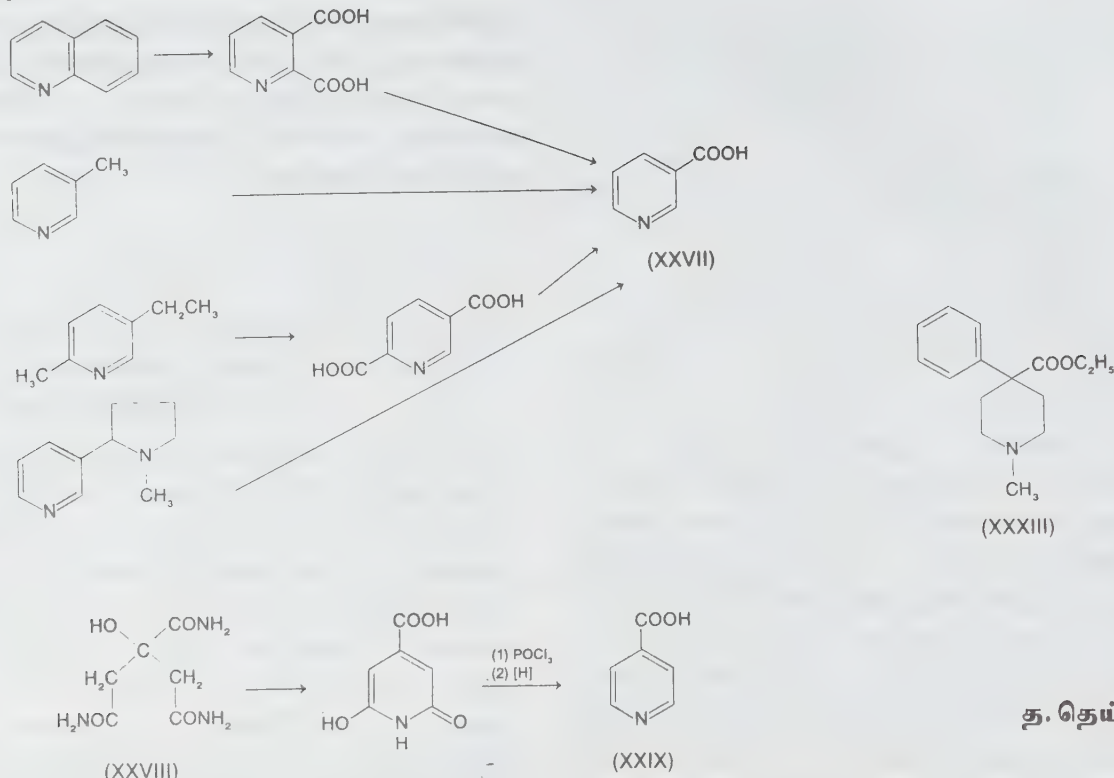
1, 5 டைகார்போனைல் சேர்மங்கள் அல்லது அவற்றையொத்த சேர்மங்கள் அம்மோனியாவுடன் இணைந்து வளையமாக்கலுக்குப்பட்டு பிரிடோன்களை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வகையில், அசெட்டோ அசெட்டிக் அமிலத்திலிருந்து பெறப்படுகிற டைகீட்டோன் (XIX) எத்தில் ஆர்த்தோ ஃபார்மேட்டுடன் சேர்ந்து பிரிடோனாக (XX) கொடுக்கும். எத்தில் - $\beta$ - அமினோ குரோட்டோனேட் (XXI) எத்தாக்சி மெத்திலின் அசெட்டோஅசெட்டிக் எஸ்ட்டருடன் (XXII) சேர்ந்து இதே வினைப் பொருளை உண்டாக்குகிறது. ஹன்ட்ஷ் (Hantzsch) தொகுப்பில் நான்கு மூலக்கூறுகள் இணைந்து டைஹைட்ரோபிரிடின் (XXIII) இடைநிலைச் சேர்மத்தை உருவாக்கி அதனை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து ஒத்த அரோமாட்டிக் சேர்மம் (XXIV) உண்டாக்கப்படுகிறது.

சிச்சிபாபின் ஆல்டிஹைடு - அம்மோனியா தொகுப்பில் ஆல்டிஹைடு அல்லது கிட்டோன் அம்மோனியாவுடன் சேர்ந்து குறுக்க வினை புரிகிறது. இவ்வினையில் வினைப்பொருள்









த. தெய்வீகன்

ஐசோநிக்கோட்டினிக் அமிலத்தின் அமில ஹைட்ரஜைடு (ஐசோநியாசிட்) காசநோய் மருந்தாகும்.

டைஹைட்ரோ மற்றும் டெட்ராஹைட்ரோ பிரிடின்கள் அறியப்பட்டிருப்பினும் ஹெக்சாஹைட்ரோ பிரிடின்கள் அல்லது பைப்பிரிடீன்கள் எனும் சேர்மங்களே பிரிடினின் நன்கு தெரிந்த ஒடுக்கப்பட்ட (reduced) வகைகளாகும். பிரிடின் சேர்மங்களை ஒடுக்கியோ 5-புரோமோ-1-அமினோ பென்ட்டேன் (XXX) போன்ற இருவினைப்படு தொகுதிச் சேர்மங்களை (bifunctional compounds) வளையமாக்கலுக்குட்படுத்தியோ பைப்பிரிடீன்களைப் பெறலாம். பைப்பிரிடீன் (XXXI) நிறமற்ற, கெடு நெடியுடைய நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 105.6°C; நீரில் முழுதும் கரையும். இதன் பொதுப் பண்புகள் ஈரிணைய அலிஃபாட்டிக் அமீனின் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. பைப்பிரிடீன் (pK<sub>a</sub> 11.1) பிரிடினின் விட (pK<sub>a</sub> 5.17) மிகையான காரத்துவம் உடையது. பைப்பிரிடீன், கார்பன் டை சல்ஃபைடு ஆகியன வினைபுரிவதால் வினையும் பொருள் (XXXII) ரப்பர் முடுக்கியாகச் (rubber accelerator) செயல்படுகிறது.

4,4 - இரு பதிலீடு செய்யப்பட்ட பைப்பிரிடீன்கள் வலி நீக்கியாகப் பயன்படுகின்றன. எ - டு: டெமரால் (XXXIII)

## பிரித்துணர்வி

அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட அல்லது தறுவாய்ப் பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலையை வீச்சு மற்றும் அதிர்வெண் பண்பேற்ற அலையாக மாற்றும் மின் சுற்று பிரித்துணர்வி (discriminator) எனப்படுகிறது.

பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுத்தப்படுகிற பிரித்துணர்விகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை ஃபோஸ்ட்டர்-சீலே பிரித்துணர்வி, விகிதக்காணி (ratio-discriminator) ஆகியவை. இவை அதிர்வெண் பண்பேற்றத்திலும் தொலைக்காட்சி வாங்கிகளிலும் (television receivers) இடம்பெறுகின்றன.

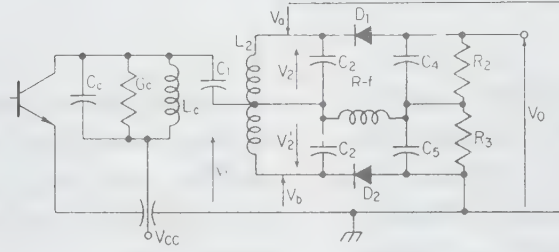
ஃபோஸ்ட்டர் - சீலே பிரித்துணர்வி. இம்மின்சுற்று சம நிலையில் (balanced) உள்ள ஓர் அதிர்வெண் பண்பேற்றக் காணியாகும். இம்மின்சுற்றில் முதன்மை மற்றும் துணைமை மின்சுற்றுக்கள் காணப்படும். இவை ஒரே அதிர்வெண்ணில் ஒத்ததிர்வு நிலையில் (resonant) இருக்கும். இவை மின்தூண்டவியலாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

முதன்மை மற்றும் தூண்டப்பட்ட துணைமை மின்னழுத்தம் இவை ஒரே தறுவாயில் இருக்கும். ஒத்ததிர்வில் C<sub>2</sub> -வில் உள்ள மின்னழுத்தம், துணைமை மின்சுற்று L<sub>2</sub> -வில்

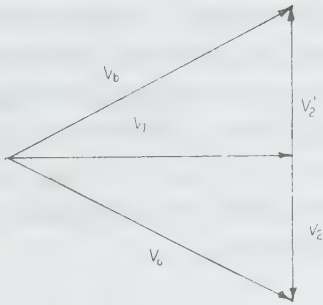


தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை  $90^\circ$ -யில் பிந்தும். எனவே,  $V_2$  மின்னழுத்தம்  $90^\circ$  பிந்தும்;  $V_2, V_1$ -ஐ  $90^\circ$ -இல் முந்தும். ஒத்ததிர்வு நிலைக்கு மேல், கீழ் நிலைகளில் முதன்மை மற்றும் துணைமை மின்னழுத்தங்களுக்கிடையேயான தொடர்பைப் படத்தில் காணலாம்.

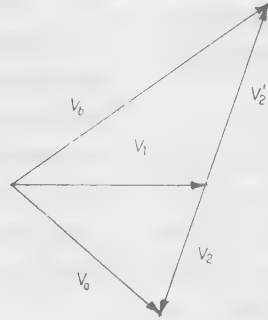
$D_1$  இரு முனைய மின்னழுத்தம்  $V_a$ ,  $D_2$  இருமுனைய மின்னழுத்தம்  $V_b$ ,  $D_1$ -லிருந்து  $R_2$  மற்றும்  $r-f$  மின்னடை ( $r-f$  choke) வழியே மின்னோட்டம் பாயும். அதுபோல  $D_2$ -விலிருந்து  $R_3$  மற்றும்  $r-f$  மின்னடை வழியே மின்னோட்டம் பாயும். இவ்விரு மின்னோட்டங்களும்



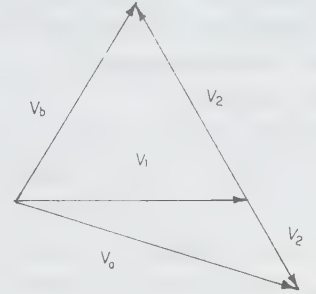
அ



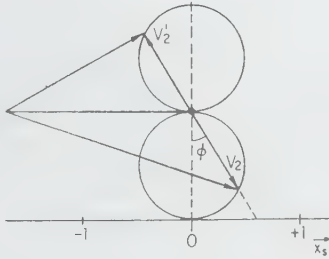
ஆ



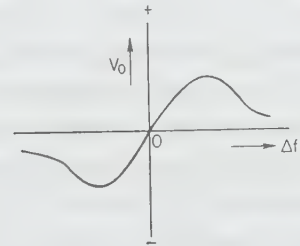
இ



ஈ



உ



ஊ

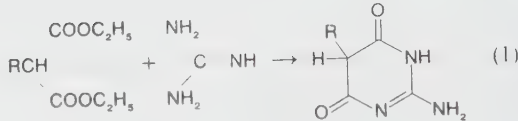
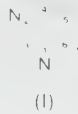
திருத்தப்பட்ட (rectified current) நேர் திசை மின்னோட்டங்கள் ஆகும். இம்மின்னோட்டங்கள் சமமாக இருக்கும். எனவே  $R_2$ ,  $R_3$  இவற்றின் மின்தடை அளவும் சமமாக இருக்கும்.

$V_a$ ,  $V_b$  விட மிகும்போது வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் நேர் குறியுடையதாக இருக்கும். இவ்வாறு பிரித்துணர்வியின் அதிர்வெண் சிறப்பியல்பு வரை பெறப்படுகிறது.

இரா. இந்து

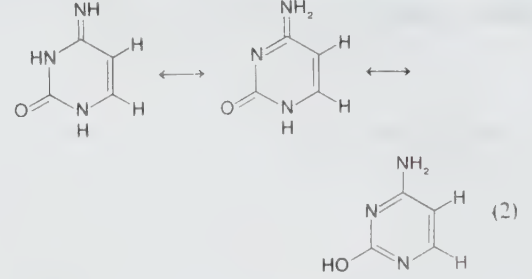
## பிரிமிடின்

ஒரு வேற்றணு வளையச் சேர்மத்தில் இரு நைட்ரஜன் அணுக்கள் 1 மற்றும் 3ஆம் இடங்களில் அமைந்திருக்கும் அமைப்பிற்கு பிரிமிடின் (pyrimidine) என்று பெயர். இயற்கையில் காணப்படும் பிரிமிடின் பெறுதிகள் நியூக்ளியிக் அமிலம், சகநொதி ஆகியவற்றின் கூறுகளாக அமைந்திருப்பதால் இவை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாக கருதப்படுகின்றன. செயற்கையாகத் தொகுக்கப்படும் பிரிமிடின் வகைச் சேர்மங்கள் மருந்துப் பொருள்களாகப் பயனாகின்றன. காண்க: சகநொதி.



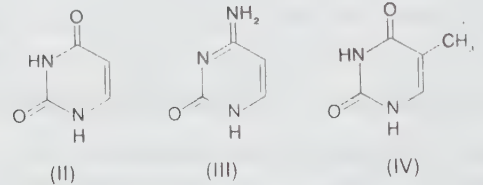
**வேதியியல்.** பிரிமிடினும் (1,3 - டைஅசின்) அதன் பெறுதிகளும் வீரியம் குன்றிய காரங்களாகும். இவை புறண்தாக்கதிர்களை குறிப்பிட்டப் பகுதியில் உட்கவர்கின்றன. பென்சீனை ஒத்த பிரிமிடினின் டைஅசின் அமைப்பை உடனீசைவு அமைப்புகளின் (resonance structures) ஒட்டுமொத்தமான அமைப்பாகக் கருதலாம். இதனால் இது அதிக வினைபுரியும் திறன்மிக்க வினைப் பொருள்களை தவிர பிறவற்றுடன் வினைபுரிவதில்லை. பிரிமிடின் சேர்மங்களை தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்க எத்தில்மலானேட்டுடன் குவானிடின், யூரியா அல்லது அமிடினை குறுக்கவினைக்குட்படுத்த வேண்டும். (1). வேறுபட்ட வினைப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதாலோ அல்லது

வளையம் உருவானபின் பதிலீடு செய்வதன் மூலமோ பிரிமிடின் வளையத்தின் வேறுபட்ட பதிலீடு செய்வதன் மூலமோ பிரிமிடின் வளையத்தின் வேறுபட்ட பதிலிகளை (substituents) நுழைக்கலாம்.



சில பதிலிடப்பட்ட பிரிமிடின் சேர்மங்கள் இயங்கு சமநிலை மாற்றியங்களாக (tautomers) அமைந்துள்ளன; சான்றாக, பின்வரும் அமைப்பை (2)ஐக் குறிப்பிடலாம். மையத்தில் அமைந்திருக்கும் அமைப்பே மிகை நிலைத்தன்மையைக் கொண்டுள்ளது.

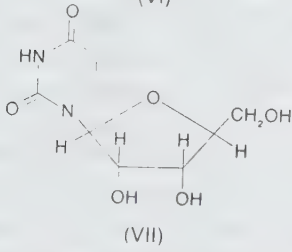
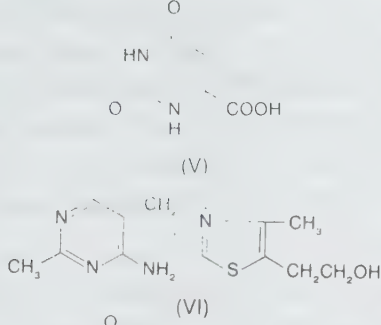
**கிடைப்பு.** பிரிமிடின் சேர்மங்கள் அனைத்து உயிரிகளிலும் (living organisms) பரந்து காணப்படுகிறது. இவற்றுள் முக்கியமானவை யூராசில் (II), சைட்டோசின் (III), தைமீன் (IV). பியூரின்களுடன் சேர்ந்து இவை நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் 'காரங்களாக' அமைகின்றன. யூராசில், சைட்டோசின் ஆகியன ரிபோநியூக்ளிக் அமிலங்களிலும், டிஆக்சிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலங்களில் யூராசினுக்குப் பதிலாக தைமினும் காணப்படுகின்றன.



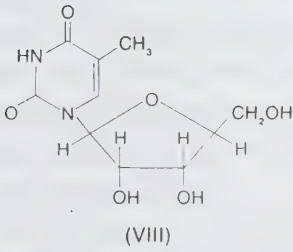
சில நியூக்ளியிக் அமிலங்களில் இதே போன்ற பல பிரிமிடின்கள் (எ-டு: 5-மெத்தில்-சைட்டோசின், 5-ஹைட்ராக்சி மெத்தில் சைட்டோசின்) குறைந்த அளவில்



பரவியுள்ளன. இயற்கையில் காணப்படும் பிற பிரிமிடின் வகைச் சேர்மங்களில் ஆரோட்டிக் அமிலம் (V) தயமின் (வைட்டமின் B<sub>1</sub>, IV) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

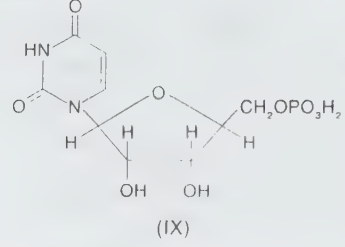


பிரிமிடின் காரங்கள் பொதுவாக ரிபோஸ் அல்லது 2-டிஆக்சிரிபோஸ் சர்க்கரைகளில் ஏதாவது ஒன்றுடன் இணைந்து நியூக்ளியோசைடு பெறுதிகளாக காணப்படும். சான்றாக, யூரிடின் (VII), தயமிடின் (VIII) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.



மேலும் சர்க்கரை மூலக்கூறில் இருக்கும் 5'- ஹைட்ராக்சில் தொகுதி பாஸ்போரிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து எஸ்டர் பிணைப்பால் இணைந்து நியூக்ளியோசைடு பாஸ்பேட் (காட்டாக, யூரிடின் 5'-பாஸ்பேட்) உருவாகலாம். (யூரிடிலிக் அமிலம், IX).

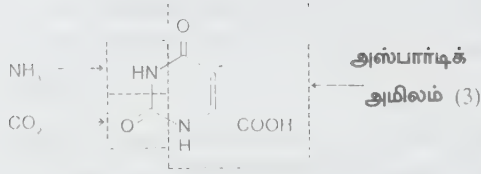
காரங்கள், சர்க்கரைகள், பாஸ்பேட் ஆகியன இணைந்த ஒரு வகையானச் சேர்மங்கள் நியூக்ளியோ



டைடுகள் எனப்படுகின்றன. இச்சொல் டை மற்றும் டிரைபாஸ்பேட்டுகள், ஆக்கச்சிதை மாற்றத்தில் பயன்படும் பல முக்கிய சகநொதிகள் ஆகியவற்றையும் குறிக்கின்றது. நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் என்பன பல நியூக்ளியோடைடுப் பகுதிகள் இணைந்த பல்லுறுப்பியாகும். இவை பாஸ்போடை எஸ்டர் பிணைப்பால் ஒரு பகுதியின் 3' ஹைட்ராக்சில் தொகுதி மற்றொரு பகுதியின் 5'-ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் இணைந்துள்ளது.

உயிர்வழித் தொகுப்பும் ஆக்கச் சிதைமாற்றமும். அனைத்து வளர் உயிரிகளிலும் (living organisms) பிரிமிடின்களின் தொகுப்பு ஆரோட்டிக் அமில இடைநிலைப் பொருள் உருவாதல் மூலம் தொடர்கிறது. ஆரோட்டிக் அமிலம் நான்கு நொதி வினையூக்க வினையால் அம்மோனியா, கார்பன் டைஆக்சைடு அஸ்பார்டிக் அமிலம் ஆகியவற்றிலிருந்து தொகுக்கப்படுகிறது (3). ரிபோஸ் 5-பாஸ்பேட் பகுதியை (moiety) ஆரோட்டிக் அமிலத்துடன் இணைந்தபின் கார்பாக்சில் தொகுதி வெளியேற்றப்படுவதால் யூரிடின் 5'-பாஸ்பேட் உருவாகிறது. சைட்டிக் நியூக்ளியோ டைடுகள் (எ-டு: 5'-டிரைபாஸ்பேட் யூரிடின் 5'-பாஸ்பேட் அமினோற்றம் பெறுவதால் உண்டாகின்றன.

அடினோசின் டிரை பாஸ்பேட் எனும் உயிரிய பாஸ்போரிலேற்றக் காரணி (biological phosphorylating agent) நியூக்ளியோசைடு 5'-பாஸ்பேட்டுகளை ஒத்த டை மற்றும் டிரை பாஸ்பேட்டுகளாக மாற்றுகின்றன. நியூக்ளியிக் அமில தொகுப்பில் பிரிமிடின் நியூக்ளியோடைடுகளின் பயன்பாட்டை அன்றி பல செல்சார் கூறுகளின் தொகுப்பில் நிகழும் ஆக்கச் சிதைமாற்ற நிகழ்வுகளுக்கும் உதவுகிறது. சான்றாக, யூரிடின் டைபாஸ்போ குளுக்கோஸிலிருந்து பெறப்படும் குளுக்கோசில் பகுதிகள் கிளைக்கோஜன்

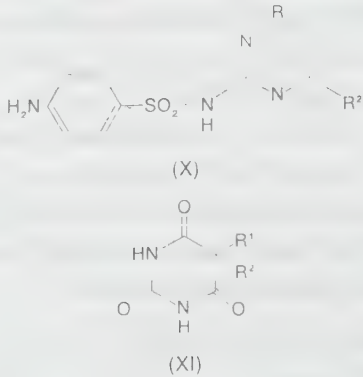


மூலக்கூறுகள் உருவாதலில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப் படுகின்றன.

சவ்வு மற்றும் நரம்புத் திசுக்களில் காணப்படும் சிக்கலான லிப்பிடுகளின் தொகுப்பில் சைட்டிடின் இணைந்த நியூக்ளியோடைடுகள் பயன்படுகின்றன.

சிறப்பான தொகுப்பு பிரிமிடின்கள். கந்தக மருந்துப் பொருள்களில் சல்ஃபாடையசீன், சல்ஃபாமரசீன், சல்ஃபாமெத்தசீன் ஆகியவை (X)இல் காட்டியுள்ள பொதுவான அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வகை மருந்துகள் நுண்ணுயிரிகளில் ஃபோலிக் அமிலம் உயிர்வேதித் தொகுப்பை தடைசெய்கின்றன. பார்பிச்சுரேட்டுகள் (XI) மையநரம்பு அமைப்பில் (CNS) நன்கு பாதிக்கிறது.

இத்தொகுப்பில் ரெரோனால் ( $R^1, R^2 =$  எத்தில்), ஃபீனோபார்விட்டால் ( $R^1 =$  எத்தில்,  $R^2 =$  ஃபீனைல்), அமைட்டால் ( $R^1 =$  எத்தில்,  $R^2 =$  ஐசோஅமைல்), செக்கனால்



( $R^1 =$  அல்லைல்,  $R^2 =$  பென்டைல்) ஆகியன அடங்கும். பிரிமிடின் தொடர்புடைய சேர்மங்கள் நியூக்ளியிக் அமிலம் நியூக்ளியோடைடு ஆக்க சிதைமாற்றத்தில் ஏற்படுத்தும் மாற்றங்கள் குறித்து ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன.

த. தெய்வீகன்

## பிரிமென் தசையுறைப் பிதுக்கம்

வயிற்றினுள் உள்ள உறுப்புகள் பிரிமென் தசையுறையிலுள்ள (diaphragm) துளை வழியாக மார்புக் கூட்டினுள் பிதுங்குவது அல்லது நுழைவது பிரிமென் தசையுறைப் பிதுக்கம் (diaphragmatic) எனப்படும். இந்தத் துளைகள் பிறவியிலும் பிறந்த பின்னரும் உண்டாகலாம். பிறவிக் குறைபாட்டால் உண்டாகும் பிதுக்கம் பிரிமென் தசையுறையின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் காணப்படும். ஓர் உறைக்குள் இப்பிதுக்கம் இருக்கும். அருகிலுள்ள உறுப்புகளோடு ஒட்டியிராது. கூடவே வேறு சில பிறவிக் குறைபாடுகளும் காணப்படும்.

பிறந்தவுடன் மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும். சில நாட்களுக்குப் பின்னரும் ஏற்படுவதுண்டு. சில நேரங்களில் நோய் குறியற்று இருக்கும். எக்ஸ் கதிர் படமெடுக்கையில் இது தெரிய வருவதுமுண்டு. பிறவிக் குறைபாடுகளுள் சில வருமாறு:

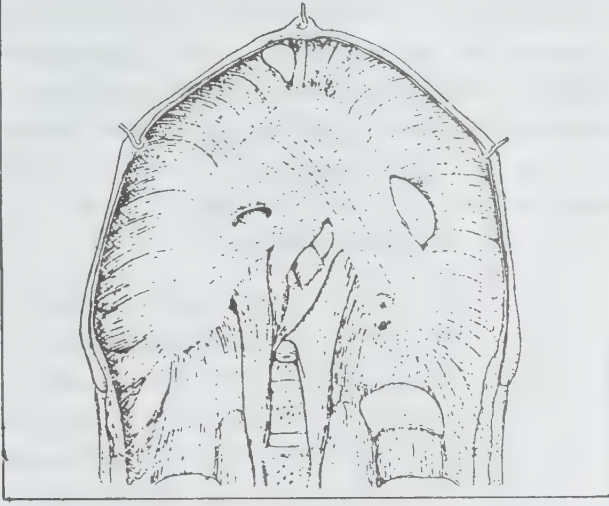
போக்டாலெக் துளை வழிப்பிதுக்கம். பிரிமென் தசையுறையின் பின் இடப் பகுதியில் காணப்படும் இது குழந்தை கருவிலிருக்கும் வேளையில் ஃபுளுராவையும் உதரவறையையும் ஒன்றையொன்று மூடத் தவறுவதால் ஏற்படும் குறைபாடாகும்.

மார்க்கேக்னி ஓட்டை. இதுநடு மார்பெலும்பின் பின் பகுதியிலும் பிரிமென் தசையுறையின் முன் பகுதியிலும் உண்டாகும். இரு பக்கப் பிரிமென் தசையுறை இதயத்தின் உறை உண்டாகும் இடத்தோடு சேரத் தவறுகிறது. இதனால் சிறுகுடல் இதய உறைக்குள் நுழைதலும், இதயம் உதரவுறையினுள் நுழைதலும் நிகழ்கின்றன.

குடல் மேற்பிதுக்கம். இங்குப் பிரிமென் தசையுறையின் தசை நார்கள் நன்கு உண்டாவதில்லை. பிரிமென் தசையுறையின் சில இடங்களையோ மொத்தத் தசையுறையையோ பாதிக்கும். மேற்பகுதியில் நுரையீரல் உறையாலும் (pleura) பிரிமென் தசையுறையின் கீழ்ப்பகுதியில் வயிற்று உறையாலும் (peritoneum) மட்டுமே மூடப்பட்டிருக்கும். பிரிமென் தசையுறை வலுவழிந்திருப்பதால் வயிற்றிலுள்ள உறுப்புகள் மேல் நோக்கித் தள்ளப்பட்டிருக்கும்.

பிரிமென் தசையுறை முழுதுமாக காணப்படா நிலையில் பிரிமென் தசையுறையிலுள்ள இடைவெளி வழியே இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல், சில நேரங்களில் மண்ணீரல், கல்லீரல், சிறுநீரகம் முதலிய உதர உறுப்புகள் மார்புக் கூட்டினுள் நுழைகின்றன. இதனால் அவ்வப் பக்கத்திலுள்ள நுரையீரல் அமுக்கப்படுகிறது.





### பிரிமென் தகட்டுப் பிதுக்கம்

நோய்க்கூறு. மூச்சுத் திணறல், உடல் நீலமாதல் போன்றவை பிறவி முதல் தோன்றக்கூடும். சில சமயங்களில் பின்னரும் தோன்றுவதுண்டு. வாந்தியும், தாங்கொணா வயிற்றுவலியும் உண்ட பிறகு வயிற்றுவலியும் மலச்சிக்கலும் உருவாகலாம். திடீரென்று உணவுப்பாதை அடைப்படுவது போன்ற அறிகுறிகளும் உண்டாகக்கூடும். எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு, நுரையீரலும், இதயமும் பிதுக்கம் உள்ள இடத்திலிருந்து தள்ளப்பட்டிருத்தல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு நோய் அறியுதலாம்.

மருத்துவம். அறுவை மூலம் பிரிமென் தசையுறையினுள் நுழைந்துள்ள உறுப்புகளை வயிற்றினுள் மீண்டும் கொண்டு வர வேண்டும். பின்னர் பிரிமென் தசையுறையிலுள்ள இடைவெளியைச் சீராக்க வேண்டும்.

வயது முதிர்ந்தவருக்கு உண்டாகும் பிரிமென் தசையுறைப் பிதுக்கம். இது அறுவைக்குப் பின்னரும், காயம் படுவதாலும் பிரிமென் தசையுறையின் எப்பகுதியிலும் உண்டாகலாம். பிற உறுப்புகளோடு ஒட்டுதலும் ஏற்படலாம். வயிற்றிலுள்ள சிறுகுடல், உதர மடிப்பு (omentum), பெருங்குடல், மண்ணீரல், கல்லீரல் முதலியன பிதுங்கும்.

கரு உண்டான நேரத்திலும், தொடர்ந்து இருமுன்தாலும், மலச்சிக்கலாலும் அளவிற்கும் மிகுதியாக எடை கூடுவதாலும் வயிற்றினுள் மிகையழுத்தம் உண்டாகிப் பிதுக்கம் ஏற்படுகிறது. இவ்வகையில் பிதுங்கிய உறுப்புகள் அடைப்பும்போதும், திருகப்படும்போதும், தாங்கொணா வேதனையுண்டாகும். மார்க்குட்டினுள் பெரிய அளவில் நுழையும்போது அந்தப்

பகுதியிலுள்ள நுரையீரல் இறுக்கமுறுவதால் மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும்.

உணவுக் குழல் துளைப் பிதுக்கம். உணவுக்குழலிலுள்ள சீதப் படலத்தில் இரைப்பை அமிலம் படிவதால் மாற்பெலும்பின் பின்பகுதியில் எரிச்சல் தோன்றும். சுமை மிகுந்த பொருள்களைத் தூக்கும்போதும், குனிந்து வேலை செய்யும்போதும் வயிற்றினுள் அழுத்தம் மிகுவதால் வேதனை தோன்றும். நேராகப் படுக்கவும் இயலாமையால் நோயாளி படுக்கையில் அமர்ந்து இருப்பதையே விரும்புவர்.

காயத்தால் உண்டாகும் பிரிமென் தசையுறைப் பிதுக்கம். பிரிமென் தசையுறையில் குண்டு பாய்வதாலும், விபத்தில் நசுங்குவதாலும், அறுவைக்குப் பின்னர் பிதுக்கம் உண்டாகலாம். செரிமானக் குறைவால் பசியின்மையும், குடல் அடைப்புப் திருகலும் உண்டாகக்கூடும். உணவுக்குழாயின் பக்கத்தில் உண்டாகும் பிதுக்கம் உணவுக்குழாய் வயிற்றினுள் நுழையும் துளையில் இரைப்பை நுழைதலால் வரக்கூடும்.

மருத்துவம். அறுவை மூலம் பிதுக்கம் சீராக்கப் படுவதோடு பின்னர் ஏற்படும் சிக்கல்களைத் தவிர்க்கவும் இயலும். மார்க்குட்டின் அடிப்பகுதியில் அறுவை செய்யப்பட்டு பிதுக்கத்தின் உறைப்பகுதி நீக்கப்படுகிறது. செரிமானமுறாப் படலத்தால் இருமுறை பிரிமென் தசையுறையிலுள்ள துளை மூடப்படுகிறது. கூடுதல் பாதுகாப்பிற்காக ஒரு வகைத் திசுத்தகட்டையும் வைத்து இருமுறையாகத் தைக்கப்படுவதுண்டு.

பத்மாசங்கர்

துணை நூல். Maxwell M. Wintrole, et.al., *Harison's Principles of Internal Medicine*, Seventh Edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, 1974.

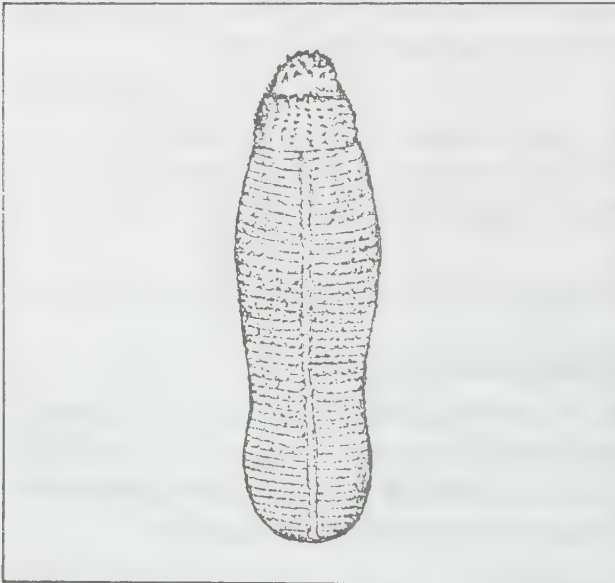
### பிரியபுலிடா

இது கடலில் வாழ்கின்ற ஒரு வகைப் புழுக்களின் தொகுதியாகும். இவ்வகைப் புழுக்களுள் பிரியபுலஸ் காடேட்டஸ், பிரியபுலஸ் பைகாடேட்டஸ், ஹேலிக்ரிப்டஸ் ஸ்பைனுலோசஸ் என்பவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

வரலாறு. பிரியபுலஸ் காடேட்டஸ் என்பது லின்னேயியஸ் என்னும் அறிவியலாளரால் முதன்முதல் பிரியபுஸ் ஹுமேனஸ் (priapus humanus) என்றும், பின்னர்

ஹாலோனூரியா பிரியபுஸ் (holonuria priapus) என்றும் பெயரிடப்பட்டு மெல்லுடல் புழுக்களின் பல்வகைப்பட்ட தொகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டது. லாமார்க் என்னும் அறிவியலாளர் பிரியபுலஸ் காட்டேட்டஸ் (priapulid candatus) என்னும் இப்போதைய பெயரைச் சூட்டினார். மேலும் அவர் இது முள்தோலிகளின் (echinodermata) ஒரு பிரிவான ஹாலோனூரியா வகையைச் சார்ந்ததன்று என்றும் கூறினார். குவாட்ரிஃபேஜஸ் என்னும் அறிவியலார் பிரியபுலஸ் வளைதசைப் புழுக்களுக்கும் (annelida) முள்தோலிகளுக்கும் இடைப்பட்ட இனத்தைச் சேர்ந்தது என்று கருதித் தம்முடைய ஜீஃபேரியா என்னும் தொகுப்பில் இதனை இணைத்தார். ஹைமன் என்னும் அறிவியலாளர் பிரியபுலிடா என்னும் இனத்தை ஆஸ்கெல்மின்தஸ் என்னும் உருளைப் புழுக்களின் தொகுதியில் சேர்த்தார். ஆனால் இப்போது இது ஒரு தனிமத் தொகுதியாகப் பிரித்தறியப்படுகிறது.

வாழ்விடமும் வாழ்க்கை முறையும். பிரியபுலிடா இனத்தைச் சார்ந்த புழுக்கள் ஆர்க்டிக், அண்டார்டிக் பகுதிகளிலுள்ள கடலில் வாழ்கின்றன. இப்பகுதிகளில் கடல்நீர் குளிர்ந்திருக்கும். இக்கடலில் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் பிரியபுலிட் என்னும் உயிரினம் மண்ணினுள்ளும், சேற்றினுள்ளும் புதைந்து வாழும். பாதைகளினூடேயுள்ள குழிகளிலும், செடிகள் போன்று ஓரிடத்திலேயே நிலையாக இருக்கும் விலங்குகளின் நடுவிலும், மெல்லுடலிகளின் காலியான கூடுகளினுள்ளும் இவை வாழும். ஆனால் இவற்றைச் சுற்றிக் குழாய்கள் எவையும் இல்லை.



சிறப்பியல்புகள். பிரியபுலிட் எனும் புழுக்களின் உடல் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்படவில்லை. இவை நீண்ட உடலமைப்புடையவை. இவற்றின் உடலில் முன்பகுதியும் (prisma), பின்பகுதியும் (trunk) உள்ளன. முன்பகுதியைப் பின்பகுதியின் உள்ளே இழுத்து வைத்துக் கொள்ள முடியும். பின்பகுதி புறத்தோற்றத்தில் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது போன்று தோன்றும். ஆனால் இது கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்படவில்லை.

உடல் மூவகைத் தோலால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் உடலமைப்பு இரு பக்கச் சமநிலையில் அமைந்துள்ளது. ஒன்றிரண்டு வால் இணையுறுப்புகள் உள்ளன. இவை மென்மையோடும், உட்துளையோடும் செவுள்கள் போன்ற புற அமைப்புகளோடும் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்குக் குருதி மண்டலம் கிடையாது. இவற்றின் உணவு மண்டலம் நீண்ட குழாய் போன்ற அமைப்புடையது. இதன் ஒரு முனையில் வாயும், மற்றொரு முனையில் மலத்துளையும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் மைய நரம்புமண்டலம் (ectoderm) புறத்தோலுடன் இணைந்துள்ளது. கழிவு நீக்கும் உறுப்புகளுக்கும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் பொதுவாக ஒரே ஒரு புறக்குழாய் உள்ளது. இவ்வினத்தில் ஆண், பெண் என்னும் இருபால் விலங்குகளும் உண்டு. ஓர் இணை இனப்பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. பாதுகாப்பு உறுப்புகள் கொண்ட ஓர் இளவுயிரியை உடையது.

உணவுப் பழக்கங்கள். பிரியபுலிட் என்னும் புழுக்கள் மற்றச் சிறிய விலங்குகளைப் பிடித்து உண்ணும் பழக்கமுடையவை. வளைதசைப் புழுக்களையும், மெதுவாகச் செல்லும் சிறிய விலங்குகளையும், பிரியபுலிட்ஸ் வகையைச் சார்ந்த புழுக்களையும் இவை உணவாகக் கொள்ளும்.

புறத்தோற்றம். பிரியபுலிட் புழுக்கள் ஏறத்தாழ 8 செ.மீ. நீளமுடையவை. இவை இளந்தவிட்டு நிறத்திலும், மஞ்சள் நிறத்திலும் காணப்படுகின்றன. உடல் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்படாமல் உருண்டையாக இருக்கும். இப்புழுக்களின் உடல் தடிப்பான தோற்றமுடையது.

முன்பகுதி. பிரியபுலஸ் என்னும் விலங்கின் முன்பகுதி பின்பகுதியை விட அகலமானது. அது பின்பகுதியினின்றும் தெளிவாக ஒரு பிளவால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. உடலின் மொத்த நீளத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கு நீளமுடையது. ஹெலிக்ரிப்டஸ் என்னும் விலங்கின் முன்பகுதி பின்பகுதியை ஒத்த அகலமுடையது. முன்பகுதி பின்பகுதியினின்றும் தெளிவாக பிரிக்கப்படவில்லை. மேலும் உடலின் நீளத்தில் ஆறில் ஒரு பங்கு நீளத்தை முன்பகுதி பெற்றிருக்கிறது. வாய்,



முன்பகுதியின் முனையில் அமைந்துள்ளது. அதைச் சுற்றி உணர் உறுப்புகள் (tentacles) இல்லை. ஆனால் வாயைச் சுற்றிக் கைட்டின் என்னும் திண்மப் பொருளிலான பல முள்களும் பற்களும் உள்ளன. இவை சாதாரணமாக உடலின் உட்பகுதியை நோக்கி வளைந்திருக்கும். ஆனால் உணவு உட்கொள்ளும் தறுவாயில் வெளியே நீளும். பிரியபுலிடில் வாய்ப்புற வட்டப் பகுதிக்குப் பின்புறம் கழுத்துப் பகுதி உள்ளது. இப்பகுதியில் நரம்பு வட்டம் (neuron ring) உள்ளது. ஹெலிக்ரிப்டஸ் விலங்கில் தெளிவாக இப்பகுதி காணப்படவில்லை. கழுத்துப் பகுதிக்குப் பின்னால் திண் மூக்கு (probasis or introat) எனும் உறுப்பு உள்ளது. அதனை உடலின் பின் பகுதிக்குள் இழுத்து வைத்துக் கொள்ள முடியும். ஆனால் பெரும்பாலும் வெளியே தெரியும் படியே இருக்கிறது. திண் மூக்கு பகுதியில் 25 நீண்ட தடிப்பான விலா எலும்பு போன்ற உறுப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் முகிழ்ப்புகள் (papillae) விலா எலும்பு உணர்வுறுப்புகளும் முள்களும் அமைந்துள்ளன.

**பின்பகுதி.** இப்பகுதியின் குறுக்கே பல தடிப்பான பகுதிகள் (ridges) அல்லது வளையங்கள் (bruciations) தென்படுகின்றன. இவ்வளையங்களில் இங்குமங்குமாக சிறிய முள்களும் முகிழ்ப்புகளும் பரவியுள்ளன. உடலின் அடிப் பகுதியின் நடுவே நீண்ட வெள்ளைக்கோடு தென்படுகிறது. அது அதன் கீழே அமைந்திருக்கும் பகுதி அடிப்புற நரம்புத் தண்டைக் குறிக்கிறது. பின்பகுதியின் இறுதி முனையில் மலத்துளையும் இரண்டு கழிவு இனப்பெருக்கத் துளைகளும் பிரியபுலஸ் பை காடேட்டஸ் என்னும் விலங்கின் பின்பகுதியின் முடிவில் ஒரு வால் இணையுறுப்பும் பிரியபுலஸ் பை காடேட்டஸ் என்னும் விலங்கின் பின்புறம் இரண்டு வால் இணையுறுப்புகளும் உள்ளன. இவற்றினுடே பல குழியுள்ள பகுதிகள் அல்லது முகிழ்ப்புகள் உள்ளன. ஹெலிக்ரிப்டஸ் விலங்கின் உடலில் இத்தகைய வால் இணையுறுப்புகள் இல்லை.

**உடல் உறை.** உடல் உறை மிகுந்த தசைப் பிடிப்பானது. வெளிப்புறத்தில் ஒரே சீரான மெல்லிய உறை (cuticle) உடையது. உட்புறத்தில் தடித்த சுவர் உள்ளது. ஒரு மேல் தோல் உள்ளது. இது ஓரடுக்கு உயர்ந்த மெல்லிய மேல்தோல் செல்களால் ஆனது. இவை தவிர நியூக்ளியஸ் இராத ஒரு மெல்லிய தோலும் உட்புறத்தில் உள்ளது. உடலின் மேல் காணப்படும் முகிழ்ப்புகளும் முள்களும், தடிப்புகளும், உணர்வு உறுப்புகளாகவோ சுரப்பிகளாகவோ செயல்படுகின்றன.

**உடற்குழி.** பிரிக்கப்படாத பெரிய உடற்குழி உண்டு. அது வால் இணையுறுப்புகள் வரை தொடர்ந்து காணப்படும். இது

கழிவு நீக்க உறுப்புகளுடனும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளுடனும் தொடர்பின்றிக் காணப்படுவதால் இது ஓர் குருதி உடற்குழியாக (haemocoel) இருக்கலாம். இக்குழியில் ஒரு நீர்மம் நிரம்பியுள்ளது. அந்நீராமத்தில் வட்டவடிவமான செல்கள் (arthrocytes) மிதக்கின்றன. அவை கழிவுப்பொருள்களை வளைத்துப் பிடித்துக் கழிவு நீக்க உறுப்புகளிடம் (protonephridia) அனுப்பும்.

**குருதி மண்டலம்.** பிரியபுலிடா வகை விலங்குகளுக்குக் குருதி மண்டலம் கிடையாது.

**உணவு மண்டலம்.** இவற்றின் உணவுக்குழல் சுருண்டிருக்கிறது. வால் தசைப்பாங்கான தொண்டையினுள் (pharynx) திறக்கும். தொண்டைப் பகுதியில் கைட்டின் நிறைந்த முள்கள் அல்லது பற்கள் உள்ளன. தொண்டைக்கும் உடற்சுவருக்குமிடையே பரவியிருக்கும் சுருக்குத் தசைகள் (retracted muscles), திண்மூக்கு (proboscis) என்னும் உறுப்பை உட்புறம் இழுப்பதற்கு உதவுகின்றன. குடல் மெல்லிய தோலாலான குழாய் ஆகும். இது நேராகவோ சிறிது வளைந்தோ இருக்கும். இதன் மேல் தோல் தெளிவான வளைவுகளைக் கொண்டது. நடுக்குடலை மலக்குடலினின்றும் ஒரு பிளவு பிரித்துள்ளது. மலக்குடல் மலத்துளையில் முடிகிறது.

பிரியபுலிட் விலங்குகள் மற்ற விலங்குகளைப் பிடித்து உண்ணும் பழக்கமுடையவை. பாலிகீட்டா போன்ற மெதுவாகச் செல்லும் உயிரினங்களையும் மற்றப் பிரியபுலிட்களையும் தம் பற்களால் தாக்கி அவற்றை விழுங்குகின்றன. உணவு செரிக்கும் முறை அறியப்படவில்லை.

**நரம்பு மண்டலம்.** நரம்பு மண்டலம் மேல் தோலுடன் இணைந்துள்ளது. ஓர் அடிப்புற நடு நரம்பு தண்டும் (mid-ventral neurocard) ஓர் உணவுக்குழல் சுற்று நரம்பு வட்டமும் (circum oesophageal ring) உள்ளன. நரம்பு முடிச்சும் (ganglion), சிறப்பான உணர்வு உறுப்புகளும் இல்லை.

**கழிவு நீக்க - இனப்பெருக்க உறுப்புகள்.** பிரியபுலிடாத் தொகுதியில் ஆண், பெண் இனங்கள் உண்டு. கழிவு நீக்க உறுப்புகளும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் இணைந்திருக்கின்றன. உடலின் பின்பகுதியில் இணையான கழிவு நீக்க இனப்பெருக்க (urinogential organs) உறுப்புகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் குடலின் ஒரு பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. இவை ஒரு தடுப்புச் சுவரால் (mesentery) பாதுகாக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு பொதுவான கழிவு நீக்க இனப்பெருக்கக் குழாய் (urino - genital duct) உண்டு. அதன் ஒரு புறத்தில் கழிவு நீக்க (renal) உறுப்பும் மற்றொரு புறத்தில் இனப்பெருக்க உறுப்பும் இருக்கும். ஆண்

இனப்பெருக்க உறுப்பு, பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பு ஆகியவற்றில் பல சிறிய குழல்கள் (tubules) உள்ளன.

அவற்றின் மேல்தோல் செல்களிலிருந்து (epidermal cells) இனப்பெருக்கச் செல்கள் உற்பத்தியாகின்றன. தட்டைப் புழுக்களில் (platyhelmintho) காணப்படுவது கழிவு நீக்க உறுப்புகள் (solenocytes) கொத்துகளாகக் காணப்படுகின்றன. தீப்பிழம்பு போன்று நீளமான சவுக்கு (flagellum) அமைப்பு இதில் காணப்படவில்லை. கழிவு நீக்க இனப்பெருக்கக் குழாய் ஒவ்வொன்றும் உடலின் பின்பகுதியின் முனையில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாகத் தனித் தனியே திறக்கின்றன. கழிவு நீக்க உறுப்புகளும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் உடற்குழியுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கவில்லை.

வளர்ச்சி. முட்டையும், விந்தும் நீரில் விடப்படுகின்றன. கருத்தரித்தல் நீரில் நடைபெறுகிறது. முட்டையிலிருந்து வெளிப்படும் இளவுயிரி (larva) உள் அமைப்புகளில் பெரிய விலங்கை ஒத்திருக்கிறது. பின்பகுதி உறையால் (larica) மூடப்பட்டுள்ளது. கழிவு நீக்க இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் வளர்ச்சி பெறவில்லை. பெரிய விலங்குகளுடன் இளவுயிரியும் நீரின் அடிமட்டத்தில் உள்ள மக்கிப் போன கழிவுப் பொருள்களை உணவாகக் கொண்டு வாழ்கிறது. இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின் மேலுறை அகன்று சிறிய பிரியபுலிட் வெளிப்படுகிறது. வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் பல கட்டங்களில் மேல் தோல் உரிதல் (moulting) நடைபெறுகிறது.

பகுப்பு முறை. பிரியபுலிடா தொகுதியில் மூவகையான விலங்குகள் உள்ளன. இவை மூன்று சிறு பிரிவுகளாகவும் இரண்டு சிற்றினங்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. பிரியபுலஸ் காடேட்டஸ், பிரியபுலஸ் பை காடேட்டஸ், ஹேலிக்ரிப்டஸ் ஸபைனுலோசஸ் என்பன.

பிரியபுலஸ் காடேட்டஸ், ஆர்க்டிக் பகுதியிலுள்ள கடலில் மண்ணில் புதைந்து வாழ்கிறது. உடலின் முன்பகுதியை நீரில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். உடலின் பின்பகுதியின் முனையில் ஒரு வால் இணையுறுப்பு உண்டு. அவ்வுறுப்பில் குழியுள்ள முகிழ்ப்புகள் இருக்கின்றன. பிரியபுலஸ் பைகாடேட்டஸ் விலங்கின் பின்பகுதியின் முனையில் இரண்டு வால் இணையுறுப்புகள் இருக்கின்றன. ஹேலிக்ரிப்டஸ் ஸபைனுலோசஸ் விலங்கின் உடலில் வால் இணையுறுப்புகள் இல்லை.

பிற இனங்களுடன் உள்ள தொடர்பு. பிரியபுலிடா, பைசன்குலிடா, எக்யுராப்டியா ஆகிய மூன்று இனங்களுக்குமிடையே நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதாக முன்பு கருதப்பட்டது. அதனால் குவாட்ரிபேஜஸ் என்னும் அறிஞர் இவற்றைக் கிபெரிய இனம்மியா என்னும் இனத்தில்

சேர்த்தார். பின்னர் பிரியபுலிடாவிற்கும் பைசன்குலிடாவிற்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் அறியப்பட்டன. அதன்பின் ஹைமன் என்னும் அறிஞர் பிரியபுலிடாவை ஆஸ்கெல்மின்தஸ் தொகுதியுடன் சேர்த்தார். இதற்குக் காரணம் இவற்றிற்கும் கைனோரிஸ் என்னும் புழுக்களுக்குமிடையே காணப்பட்ட ஒற்றுமையேயாகும். ஆனால் இவை இரண்டும் ஒரு பொதுவான ஆஸ்கெல்மின்த் புழுவினமிருந்து தோன்றின என்று உறுதி செய்ய முடியவில்லை. எனவே ஹைமன் பிரியபுலிடாவை ஆஸ்கெல்மின்த் தொகுதியில் சேர்ப்பதற்குப் போதிய அடிப்படை இல்லை என்பதால் அதனை ஒரு தனித் தொகுதியாகக் கருத வேண்டும் என்று கூறியுள்ளார்.

## ஃபிரியான்

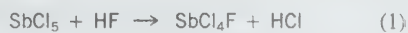
மெத்தேன், எத்தேன் ஆகியவற்றின் ஃபுளூரின் கலந்த ஹாலோஜன் சேர்மங்கள் ஃபிரியான்கள் (freons) எனப்படுகின்றன. இச்சேர்மங்களில் சிறிதளவு குளோரின் அல்லது புரோமின் கலந்திருக்கலாம். டிரைகுளோராஃபுளூரோ மெத்தேன், டைகுளோரா டைஃபுளோரோமெத்தேன் ஆகியன இவற்றிற்குச் சான்றுகளாக அமைகின்றன. இவை முறையே ஃபிரியான்-11, ஃபிரியான்-12, எனப் பொது பெயர்களால் சுட்டப்படும். ஃபிரியான்கள் பல பயனுள்ள பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. தீப்பிடிக்கா தன்மை, வேதி மற்றும் வெப்ப நிலைப்புத்தன்மை, குறைந்த நச்சுத்திறன், உயர் அடர்த்தி, குறைந்த கொதிநிலை, குறைந்த பாகுதன்மை மற்றும் பரப்பு இழுவிசை ஆகியன இப்பண்புகளுள் சில ஃபிரியான்களின் இச்சிறப்புப் பண்புகள் குளிர்வூட்டிகளாகக் குளிர்பதனப் பெட்டிகளில் இடம் பெற உதவுகின்றன.

பொதுவாக, ஃபிரியான்கள் வெப்பத்தாலும், வேதிப்பொருளாலும் பாதிப்படைவதில்லை. இவற்றின் இந்நிலைப்புத்தன்மைக்கு ஃபுளூரின் அணுக்கள் இணைந்திருப்பதே காரணமாகும். பொது விதியாக மிகையான ஃபுளூரின் அணுக்கள் இருந்தால் அம்மூலக்கூறு மிகை நிலைப்புத்தன்மை கொண்டிருக்கும். பொதுவாக ஃபிரியான் சேர்மங்கள் ஒன்றிற்கொன்று தொடர்புடையவையாக இருந்தாலும் ஒவ்வொரு வரிசையைச் சேர்ந்த வெவ்வேறு சேர்மங்களும் மாறுபட்ட நிலைப்புத்தன்மையையும், வேதி அமைப்பையும் கொண்டுள்ளன.

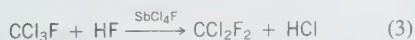
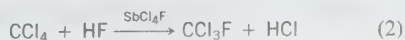
ஃபிரியான்களின் மிகப் பயனுள்ளவை ஃபிரியான்-11, ஃபிரியான்-12 ஆகியன. இச்சேர்மங்கள் லாஹ்ட்ரஜன்



ஃபுளூரைடு வினைவேக மாற்றி உடனிருக்க இவ்வினையில் பயன்படுத்தப்படும் வினைவேகமாற்றி  $SbCl_4F$ . ஆன்ட்டிமணி பென்டாகுளோரைடும், ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடும் வினைப்படுவதால் இவ்வினைவேகமாற்றியைப் பெறலாம்.



கார்பன் டெட்ராகுளோரைடில் இருக்கும் குளோரின் அணுக்கள் வினை(2), (3) ஆகியவற்றில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு ஃபுளூரின் அணுவால் பதிலிடப்படுகின்றன.



ஃபிரியான்-11 ( $CCl_3F$ ) பெரும்பாலான குளிர்பதனக் கருவிகளிலும் தொழிலகக் குளிர்பூட்டச் செயல்முறைகளிலும் பயன்படுகின்றன. இதன் கொதிநிலை  $23.8^\circ C$  ஆகும். ஃபிரியான் குளிர்பூட்டிகளாகும்.

இவற்றைத் தவிர பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் பிற ஃபிரியான் குளிர்பூட்டிகளாவன. குளோரோடை ஃபுளோரா மெத்தேன் அல்லது ஃபிரியான்-22 ( $CHClF_2$ ); குளோரோ டிரைஃபுளோராமெத்தேன் அல்லது ஃபிரியான்-13, ( $CClF_3$ ); 1, 2 - டைகுளோரோ-1, 1, 2, 2- டெட்ரா ஃபுளோரோ எத்தேன் அல்லது ஃபிரியான்-113 ( $CClF_2 - CClF_2$ ); 1,1,2 - டிரை குளோரோ-1, 2, 2-டிரை ஃபுளோரோ எத்தேன் அல்லது ஃபிரியான் 114 ( $CClF_2CCl_2F$ ). சில புரோமின் சேர்ந்துள்ள ஃபிரியான்களாவன: புரோமா டிரைஃபுளோரோ மெத்தேன் அல்லது ஃபிரியான்-13B1( $CBrF_3$ ), 1, 2 டைபுரோமோ-1, 1, 2, 2 - டெட்ரா ஃபுளோரோ எத்தேன் அல்லது ஃபிரியான்-114 2B<sub>2</sub> ( $CBrF_2-CBrF_2$ ).

ஃபிரியான்கள் குளிர்பூட்டியாக மட்டுமல்லாமல் காற்றுசால் (aerosol) தயாரிப்புகளில் செலுத்தும் பொருளாகவும் (propellants), கரைப்பானாகவும், பிற ஃபுளூரின் சேர்மத் தயாரிப்புகளில் இடைநிலைப் பொருளாகவும் பயன்படுகின்றன. பொதுவாகப் பயன்படும் ஃபிரியான் வகைச் செலுத்தும் பொருள் ஃபிரியான்-12. இது தனியாகவோ பிற ஃபிரியான் சேர்மங்களுடன் கலந்தோ பயன்படுத்தப்படும். ஃபிரியான்-13B1, பிற புரோமின் சேர்ந்துள்ள ஃபிரியான்கள் தீயணைப்புப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. மணமில்லாதவை என்னும் சிறப்புப் பண்புடன்

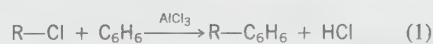
முன்பு குறிப்பிடப்பட்ட பல பண்புகளின் அடிப்படையில் இவை தீயணைப்பில் துணைபுரிகின்றன. கரைப்பான் பயன்பாடுகளில் இவை ஹைட்ரோ கார்பன் கரைப்பான்களை விட மிகச் சிறப்பானவை; ஆனால் குளோரினேற்றப்பட்ட கரைப்பான்களின் பயன்களை விட இவற்றின் திறன் குறைவு. நெகிழ்த் (plastic) தயாரிப்புகளில் இவை இடைநிலைப் பொருளாக விளங்குகிறது.

த. தெய்வீகன்

## ஃபிரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் வினை

நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தி அரோமாட்டிக் அணுக்களிலிருந்து ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவை எடுத்துவிட்டு அதற்கு மாற்றாக அல்கைல் (R-) அல்லது அசைல் ( $RCO-$ ) தொகுதிகளை இடம்பெறச் செய்யும் வினை ஃபிரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் வினை (Friedel-Crafts reaction) எனப்படுகிறது. நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடுக்குப் பதிலாக நீரற்ற துத்தநாக குளோரைடு, ஸ்டென்னிக் குளோரைடு, போரான் டிரைஃபுளூரைடு, ஃபெர்ரிக் குளோரைடு, பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் போன்ற மற்ற லூயிஸ் அமிலங்களையும் பயன்படுத்தலாம். இவை அனைத்திலும் அலுமினியம் குளோரைடே சிறந்தது.

அல்கைலேற்றம். பொதுவாக அல்கைமலற்ற வினைகளில் ஓர் அல்கைல் ஹாலைடு ( $RX$ ) அல்கைலேற்றியாகப் (alkylating agent) பயன்படுகிறது. கீழ்க்காணும் வினையில் மிகையான பென்சீன் கரைப்பான் பயன்படுகிறது.



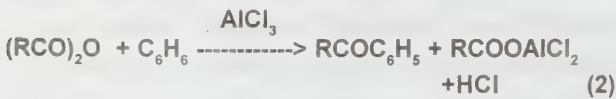
அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்காவிட்டால் குறைந்த அளவில் கார்பன் டைசல்ஃபைடு அல்லது பெட்ரோலியம் ஈதரில் பயன்படுத்தலாம்.

அலுமினியம் குளோரைடு சிறிதும் நீரற்றதாக இருக்க வேண்டும். மூவினைய ஹாலைடுகள், ஈரினைய ஹாலைடுகளையும், ஒரினைய ஹாலைடுகளையும் விட சிறப்பாக வினைபுரிகின்றன. இதற்குக் காரணம், மூவினைய ஹாலைடுகள் எளிதில் கார்போனியம் அயனிகளைத் தருகிறது. இந்த கார்போனியம் அயனிகளே ஃபிரீடல்-கிராஃப்ட்ஸ் வினை நடைபெறுவதற்குக் காரணமாகும்.

அல்க்கைலேற்ற வினைக்கு ஒரு மோல் அல்க்கைல் ஹாலைடிற்கு ஒரு மோலை விடக் குறைந்த அலுமினியம் குளோரைடேத் தேவைப்படுகிறது. பொதுவாக 1:10 விகிதம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூலவினைய ஆல்கஹால்கள் ஈரினைய மற்றும் ஓரினைய ஆல்கஹால்களை விட எளிதில் அல்க்கைலேற்ற வினையில் ஈடுபடுகின்றன. அல்க்கைல் தொகுதி எத்தில் தொகுதியை விட நீளமாக இருந்தால் அமைப்பு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. காட்டாக, n-புரோப்பைல் குளோரைடு ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ) அல்க்கைலேற்றம் அடைந்த பின்னர் உண்டாகும் விளைபொருள் எதிர்பார்க்கப்படும் n-புரோப்பைல் பென்சீனாக ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ) அல்லாமல் ஐசோபுரோப்பைல் பென்சீனாக ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ) விளைகிறது.

அரோமாட்டிக் அணுக்கருவுடன் அல்க்கைல் தொகுதிகள் பிணைக்கப்பட்டுள்ளமையால் அல்க்கைலேற்றம் மேலும் தீவிரமாகிறது. எனவே டை அல்லது பல் பதிலீட்டுப் பொருள்கள் விளைவதைத் தடுக்க முடிவதில்லை. பதிலீட்டு வினைகளை மட்டும் கொண்டு டை அல்க்கைல் அல்லது டிரைஅல்க்கைல் விளைபொருள்களின் அமைப்பை எளிதில் கண்டுபிடித்துவிட முடியாது. ஏனெனில் அலுமினியம் குளோரைடு மூலக்கூறிடை (intermolecular) மற்றும் மூலக்கூறுக்குள் (intramolecular) திகழும், அல்க்கைல் தொகுதிகள் மாறுதலை கட்டுப்படுத்துத் வினையூக்கியாகச் செயல்படுவதேயாகும். அல்க்கீன்களில் ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ) ஃபிரீடல்-கிராஃப்ட்ஸ் வினையின் மூலம் அல்க்கைல் ஹாலைடுகளை வினைப்படுத்தலாம். சான்றாக, தொழிலகங்களில் எத்தில் பென்சீனும் ஐசோபுரோப்பைல் பென்சீனும் (கியூமின்) இவ்வாறே தொகுக்கப்படுகின்றன.

அசைலேற்றம். அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன் களை அசைலேற்றம் (acylation) செய்வதற்கு அசைல் ஹாலைடுகள் (வினை 1) அமில நீரிலிகளை விடப் (வினை 2) பெருமளவில் பயனாகின்றன.



ஏறத்தாழ ஒரு மோல் அமிலக் குளோரைடிற்கு ஒரு மோலைவிடச் சற்றுக் கூடுதலான அலுமினியம் குளோரைடும், அமில நீரிலிகளுக்கு இரண்டு மோல்கள் அலுமினியம் குளோரைடும் தேவைப்படுகின்றன. அசைல் தொகுதி பென்சீனில் மேலும் பதிலிடப்படுவதைத் தடுக்கிறது. எனவே இவ்வினையில் ஒற்றைப் பதிலீட்டுப் பொருள்களே

பெருமளவில் விளைகின்றன. அல்க்கைல் தொகுதி பதிலீட்டைப் போலன்றி அசைல் தொகுதி அமைப்பு மாற்றம் (rearrangement) அடைவதில்லை. எனவே அசைலேற்ற வினை அல்க்கைலேற்ற வினையைவிட சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

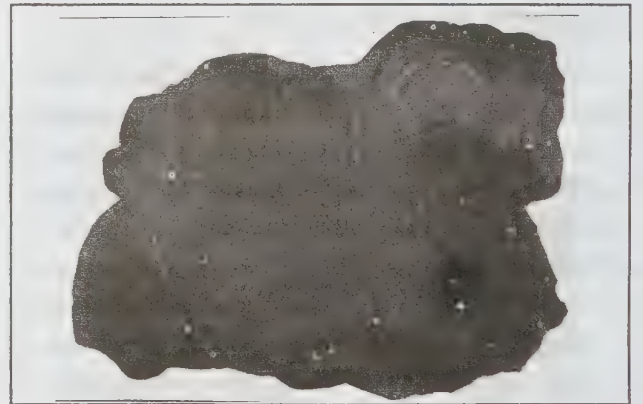
ஃபிரீடல்-கிராஃப்ட்ஸ் வினையில் சிறிது மாற்றங்களைச் செய்து அசைலேற்றம் செய்யும் வினை தயோஃபீன், ஃபியூரான் போன்ற வேற்றணு வளையச் சேர்மங்களை அசைலேற்றம் செய்வதில் பயன்படுகிறது. மூலக்கூறுள் நடைபெறும் அசைலேற்ற வினையால் வளையமாதல் உண்டாகும் வினையும் ஃபிரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் வினையைச் சற்று மேம்படுத்துவதால் திகழும்.

து. தெய்வீகன்

துணைநூல். I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol-1, 2, Sixth Edition, ELBS, London, 1982.

## பிரெக்னைட்

இது  $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  வேதி உட்கூறைக் கொண்ட சோரோ சிலிகேட் கனிமமாகும். இது எண்முகச் செஞ்சாய்சதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. தெளிவான படிகங்கள் அரிதாகக் காணப்படுகின்றன. பிரெக்னைட் (prehnite) பொதுவாகச் சிறுநீரக வடிவிலும், கூம்பு வடிவிலும் பட்டக மேற்பரப்போடு காணப்படுகிறது. மோஸ் அளவில் இதன் கடினத்தன்மை எண் 6-6.5; ஒப்படர்த்தி 2.8-2.9 ஆகும். இது கண்ணாடி மிளிர்வினைக் கொண்டு இளம் பச்சையிலிருந்து வெள்ளை நிறம் வரை காணப்படுகிறது..



சிறுநீரக அமைப்பில் பிரெக்னைட் படிகம்



பசாட்டிக் பாறைகளிலுள்ள குழிகளைச் சுற்றி பிரெக்னைட் காணப்படுகிறது. டேட்டோலைட், ஜியோலைட், கால்சைட், பெக்டோலைட் முதலியவற்றுடன் இணைந்து விளங்குகிறது. அமெரிக்காவில், பேட்டர்சன், பெர்ஜென்ஹில், வெஸ்ட்ஃபீல்டு, மாஸ், ஃபார்மிங்டன் போன்ற இடங்களில் பிரெக்னைட் காணப்படுகிறது.

இரா. சரசவாணி

## பிரெஸ்னால் சமன்பாடு

ஒளியியலில் பிரெஸ்னால் சமன்பாடு (Fresnel equation) பயன்படுகிறது. இரு வேறு ஒளி விலகல் எண்களைக் கொண்ட ஊடகங்களுக்கிடையேயான வரம்புப் பகுதியில், எதிரொளித்த அல்லது செலுத்தப்பட்ட ஒளியின் இரு முனைவாக்கக்கூறுகள் ஒவ்வொன்றின் செறிவையும் இச்சமன்பாட்டின் துணைக் கொண்டு காணலாம்.

கு. மணிவாசகம்

## பிரேசில் கொட்டை

பெர்த்தோல்லேஷியா எக்செல்சா (bertholetia excelsa) என்னும் மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் கொட்டைக்குப் பிரேசில் கொட்டை (brazil nut) எனப் பெயர். இம்மரம் லெசித்திடேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இம்மரத்தின் தாயகம் தென் அமெரிக்கா ஆகும். இந்தியாவில் பம்பாய் பகுதியில் இது வளர்கிறது. ஏறக்குறைய 30 - 40 மீ. உயரம் வளரும். இம்மரம் ஆலனோக்கோ ஆற்றின் இருமருங்கிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

இதன் இலைகள் பளபளப்பாகக் காணப்படும். பூ இளமஞ்சள் நிறமானது. காய் தேங்காயளவு உருட்சியாக இருக்கும். இதன் மேலோடு கடினமானது. உள்ளே 8 - 24 கொட்டைகள் கரும் பழுப்பாக முக்கோண வடிவில் இருக்கும். உள்ளிருக்கும் பருப்பு வெள்ளையாகவும் இலைப்பாகம் எண்ணெய்ப் பசையோடு இருக்கும். கொட்டையில் 60 - 70% எண்ணெய் அடங்கியுள்ளது. ஐரோப்பியர்கள் இக்கொட்டைகளை விரும்பி உண்பர்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிரேசில் மரம்

இதற்குப் பதுங்கம் என்னும் பெயரும் உண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் சிசல்பேனியா சப்பான் (caesalpinia sappan) என்பதாகும். இம் மரம் லெகுமினோசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இம்மரத்தை இந்தியாவில் குறிப்பாகத் தென்னிந்தியா, வங்காளப் பகுதிகளில் காணலாம். ஸ்ரீலங்கா, மியான்மர், மலேசியாவிலும் பிரேசில் மரம் வளர்கிறது. வேலிப்பயிராக வளர்க்கப்படும் இச்சிறு மரத்தின் காய்த்தோல், பட்டை முதலியவற்றில் டேனின் சத்தும் இரும்புச் சத்தும் உள்ளன. இலைகளில் நறுமணமான ஆவியாகும் எண்ணெய் உள்ளது.

இம்மரத்தின் வைரக்கட்டை சிவப்பு நிறமாகக் காணப்படுகிறது. இம்மரப்பலகை அறுத்தவுடன் இள மஞ்சளாகவும் பின்பு சிவப்பு நிறமாகவும் மாறி விடுகிறது. ஆரஞ்சு கலந்த செம்மைநிற மரக்கட்டை பருத்தி, பட்டு, கம்பளி ஆடைகளுக்குச் சாயமேற்றப் பயனாகிறது. இதனால் ஒளிவீசும் சிவப்புக் கலந்த ஆரஞ்சு நிறமும், ஊதாநிறமும் தரப்படுகின்றன. மரக்கட்டைச்சாறு காலிகோ அச்சுத் தொழிலில் பயனாகிறது. இம்மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் சாயப்பொருளான பிரேசிலின் ; நீரிலும், சாராயத்திலும் கரையும். மரப்பட்டையைக் கொண்டு கறுப்புச் சாயம் ஏற்றலாம். மரக்கட்டையைச் செதுக்கி ஆழ்வண்ணம் ஏற்றலாம். இது பெட்டி செய்யவும், கைத்தடி தயாரிக்கவும் உதவுகிறது. இம்மரத்திற்கு வாதவலியைப் போக்கும் மருத்துவக் குணமுண்டு. இலைச்சாறு வயிற்றுக்கடுப்பு, வயிற்றோட்டத்திற்குத் தரப்படுகிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பிரேட்டன் சுழற்சி

ஒரு செயல்படு பாய்மம் (working fluid) அதன் செயல்படு நிலையில் அழுத்தம், வெப்பநிலை, கனஅளவு போன்ற மாற்றங்களுடன் தொடர்ச்சியான சில நிகழ்ச்சிகளுடன் மீண்டும் தன் தொடக்க நிலையை (initial stage) வந்தடைவது சுழற்சி (cycle) என்பதும். வெப்பப் பொறிகளின் சுழற்சியில் வெப்பப் பாய்வும் (heat flow), பணி ஆற்றல் வெளிப்பாடும் (work output) மிகவும் முதன்மையானவை.

வளிமங்களைச் செயல்படு பாய்மமாகக் கொண்டு இயங்கும் பொறிகளின் சுழற்சியை ஆராயும்போது, பொதுவாக

இருவகைக் கனற் பொறிகளைப் பற்றி அறியவேண்டும். அவை சீரான பாய்வு முனைகளுடன், பல பகுதிகளில் இயங்கப்பட்டுச் சுழற்சி நிறைவுபெறும் வளிமச் சுழலி, ஒரு வெப்ப உருளையில், முன்பின் இயக்க உந்தியினால் பாய்வுறா முறைகளால் (non flow process) இயங்கும் உட்கனற் பொறி என்பன.

இதில் வளிமச் சுழலிக்கு ஏற்றது பிரேட்டன் சுழற்சியாகும். பிரேட்டன் சுழற்சி ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் சுழற்சியாகும். ஜூல் சுழற்சி என்றும் முழு விரிவு டீசல் சுழற்சி என்றும் பிரேட்டன் சுழற்சி வழங்கப்படுகிறது. இரு சம அழுத்தச் செயற்பாடுகளுக்கிடையில் ஈர் எதிர்நிலைச் செயல்பாடுகளைக் கொண்டது.

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{V_4}{V_1} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_1} \quad (1)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} = \left[ \frac{V_1}{V_2} \right]^{k-1} = \left[ \frac{V_4}{V_3} \right]^{k-1} = \left[ \frac{P_2}{P_1} \right]^{k-1/k} \quad (2)$$

வெப்பச் செயல்திறன்  $\eta_T$  செயல்திறன்/அலகு வெப்பச் சேர்க்கை ஆகியன சமன்பாடு 3 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$$\eta_T = \left[ 1 - \frac{T_1}{T_2} \right] = \left[ 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \right] \quad (3)$$

மேற்காணும் சமன்பாட்டுத் தொடர்புகளில்

V - கனஅளவு (க.செ.மீ)

P - அழுத்தம் (கி.கி/ச.செ.மீ)

T - தனி முதல் வெப்பநிலை (டிகிரி கெல்வின்)

$K = C_p/C_v$  அழுத்தமாறா வெப்ப எண் மற்றும் பருமன் மாறா வெப்ப எண்ணுக்கும் உள்ள விகிதம்

$P = V_1/V_2$  அழுத்த விகிதம்

கொடுக்கப்பட்ட வளிமத்தின் வெப்ப இயக்கத் திறன் அழுத்தவிசை விகிதங்களைச் சார்ந்தது. இந்தக் கணிப்பு ஆட்டோ சுழற்சிக்குப் பொருந்தும்.

படம் 1 இல் உள்ள சுழற்சியின் படி இயங்கும் எதிரெதிர் இயங்குபொறி 1872 ஆம் ஆண்டு பிரேட்டன்

என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மேலும் ஐக்கிய நாடுகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முதல் வெற்றிகரமான வளிமப் பொறியும் இதுவே. உயர் வெப்ப இயக்கத்திறன் உடைய பிரேட்டன் சுழற்சியைப் பெற, கொடுக்கப்பட்ட ஆற்றல் வெளிப்பாட்டிற்கு ஏற்ப மிகுந்த கன அளவு பொருந்திய வளிம ஒட்டம் இருக்க வேண்டும். ஆட்டோ மற்றும் டீசல் சுழற்சிக்கு இதைவிடக் குறைந்த வளிம ஒட்டம் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் இது உச்ச அளவு அழுத்தம், வெப்பம் போன்ற குறைகளைக் கொண்டுள்ளது.

கூடுதல் இடப்பெயர்ச்சிக் குதிரைத் திறனைப் பெற உந்து தண்டு மற்றும் நீள் உருளை எந்திர நுட்பம் உடைய பிரேட்டன் சுழற்சி தேவைப்படுகிறது. இதுவே பல்வேறு கடினப் பொறிகளையும் வீச்சு எந்திர நுட்பங்களையும் செயற்படுத்தப் பயன்படுகிறது. எனினும் சில குறைகளும் காணப்படுகின்றன. அதற்குக் காரணம் குறைந்த சராசரி செயலுறு அழுத்தம்.

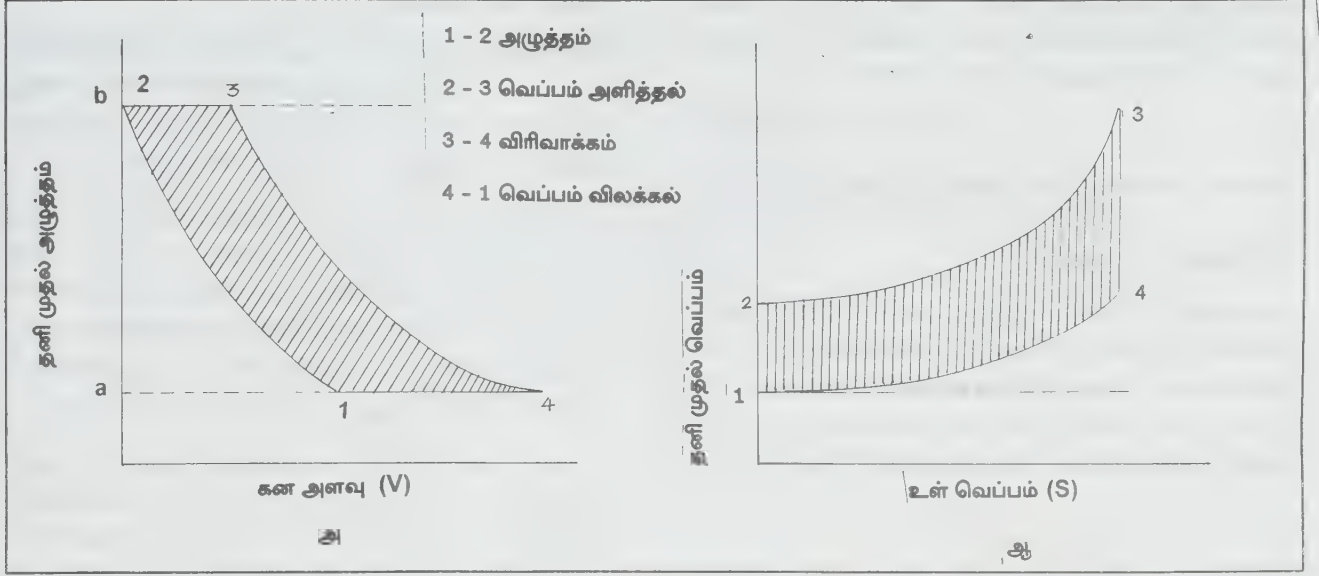
பாய்மப் பொருள்களின் முன்னேற்றத்திற்கு ஏற்ப வளிமத்தின் அழுக்கத்திற்காகவும் விரிவுக்காகவும் பிரேட்டன் சுழற்சியின் எந்திர நுட்பம் பயன்படுகிறது. மேலும் பொருளாதார முறையில் மிகுந்த கன அளவு பாய்மப் பொருள்களை கையாள்கிறது. இம்முறை சுழலி ஆற்றல் நிலையத்தில் சிறப்பான நிலையில் உள்ளது.

எந்திர நுட்ப அடிப்படையில் சீர்தலை ஒட்டக் கருவிகளுடன் கூடிய மைய விசையாற்றல் அழுத்தி ஊடச்சியலாக எரியும் அறை அல்லது கனற்கலம் (இதில் வெப்பம் கூட்டப்படுகிறது) விரிவாக்கச் சுழலி ஆகியவையாகும். சுழற்சியின் இடைப்படி என்பது உந்துதண்டு மற்றும் நீள் உருளை எந்திர நுட்பத்திற்கான ஆட்டோ மற்றும் டீசல் சுழற்சிப் பொறி இயல்புகளுக்கு மாறாகப் பல்வகைப் பண்புகள் நிறைந்த சீரான ஒட்டம் பொருந்திய தன்னக எந்திர நுட்பத்தைக் கொண்டது.

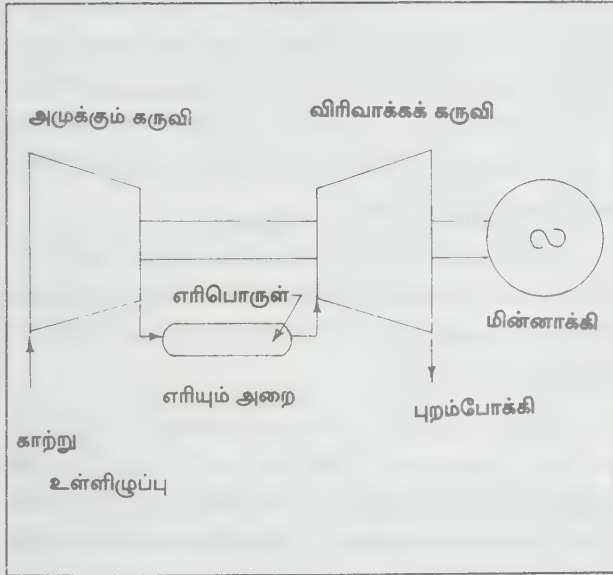
செயல்முறைக் காற்றுச் சுழலி பல்வேறு குறைகளைக் கொண்டுள்ளது. இந்தப் பொறிகளின் நிறை குறைகள் பிற பொறிகளுடன் ஒப்பிட்டுக் கண்டறியப்படுகின்றன. காற்றுச் சுழலியின் ஒட்டுமொத்த ஆற்றல் வெளிப்பாடு கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் வாயிலாக அறியப்படுகிறது.

$$\text{மொத்த ஆற்றல்} = W_c \times \eta_c = \frac{W_c}{\eta_c} \quad (4)$$





படம் 1 (அ) P - V சுழற்சி படம், (ஆ) T - S படம்



படம். 2 எளிய திறந்த சுழற்சி காற்று சுழலி நிலையம்

இங்கு,

$W_e$  - விரிவாக்க கருவியின் சீர்மை ஆற்றல் வெளிப்பாடு

$W_c$  - அழுக்கக் கருவிக்கு அளிக்கப்படும் சீர்மை ஆற்றல்

$W_e$  - விரிவாக்கக் கருவியின் செயல்படு திறன்

$W_c$  - அழுக்கக் கருவியின் செயல்படு திறன்

அ.க.15-30அ

இந்தச் சீர்மை நிலைக்கான ஒட்டுமொத்த ஆற்றல் வெளிப்பாடு P - V சுழற்சி படத்தின் கோடிட்ட பகுதியின் மூலம் அறியப்படுகிறது.

கனஅளவு, புள்ளி 2 இல் இருந்து 3-க்கு அதிகரிக்கும் போது கொடுக்கப்பட்ட அழுக்கக் கருவியின் ஒட்டு மொத்த ஆற்றல் வெளிப்பாடு அதிகரிக்கும். கன அளவு அதிகரிப்பு, உயர் அளவு வெப்பத்தைச் சுழற்சியின் புள்ளி 3 இல் பயன்படுத்துவதன் மூலம் அறியப்படுகிறது. சமன்பாடு (4) இல் வலப்புறம் உள்ள இரண்டு இலக்குகளின் வேறுபாடு அடிப்படையில் கூடுதல் வெப்பத்தை விரிவாக்க கருவியின் உட்புற வழியில் பயன்படுத்துவதன் மூலம் அதிகரிக்கிறது. இந்த உயர் வெப்பநிலை உலோகவியல் மற்றும் வெப்பமாற்று சிக்கல்களை ஏற்படுத்துகிறது.

சமன்பாடு (4) உள்ள செயல்படுத்த திறன்கள் செயல்முறையில் இன்றியமையாதவை. உண்மையான அழுக்கக் கருவி மற்றும் விரிவாக்க கருவிகளின் செயல்படு திறன் குறைந்தால் சீர்மை ஆற்றல்  $W_e$  மற்றும்  $W_c$  வேறுபாடு மாறிவிடும். அதனால் அந்த நிலையத்திலிருந்து பயனுள்ள ஆற்றல் வெளிப்பாடு இருக்க முடியாது.

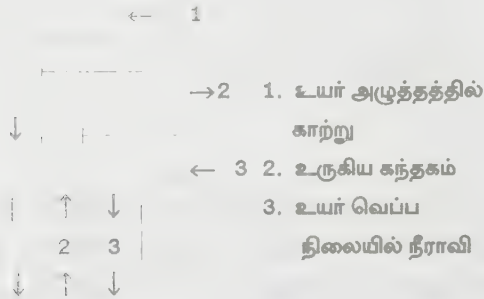
இன்றைய கால கட்டத்தில் பிரேட்டன் சுழற்சியை ஒப்பக் கொள்ள கூடிய காற்றுச் சுழலி நிலையங்களில் பயன்படுத்த விரிவாக்க கருவியின் நுழைவாயிலில் அதிக வெப்ப நிலைவை

பயன்படுத்தக்கூடிய முன் சூடாக்கி பொறியமைப்பும் மற்றும் அழுக்க மற்றும் விரிவாக்க கருவிகள் அதிக செயல்படுத்து திறனை பயன்படுத்துமாறும் அமைக்க வேண்டும்.

கே. ஆர். கோவிந்தன்

## ஃபிரேஷ் முறை

நிலத்தடியில் 250 மீட்டருக்குப் கீழ் இருக்கும் கந்தகப் படிவுகளை உருக்கித் தனிம நிலையில் கந்தகத்தைப் பெற ஃபிரேஷ் முறை (frash process) பயன்படுகிறது. நிலத்தடியில் கந்தகப் படிவு உள்ள ஆழம் வரை துளையிட்டு அதனுள் படத்தில் காட்டியுள்ளது போன்று கருவியைச் செலுத்துவர்.



இக்கருவி ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக அமைந்த மூன்று குழாய்களால் ஆனது. உள்ளிருக்கும் குழாய் வழியாக உயர் அழுத்தத்திலும் வெப்ப நிலையிலும் உள்ள காற்றும் வெளிக் குழாய் வழியாக அதிக அழுத்தத்தில் 180 வரை சூடேற்றப்பட்ட மிகு வெப்ப நீராவியும் செலுத்தப்படுகின்றன. இவை கந்தகப் படிவத்தை அடைந்து அதை இளக்கி உருகச் செய்கின்றன. உருகிய கந்தகமும் அதன் ஆவியும் நுரைத்த நிலையில் நடு இடைவெளி வழியே மேலே எழும்படி நிலமட்டத்தை வந்தடைகின்றன. இவற்றைச் சேகரித்துக் குளிரச் செய்தால் திண்ம நிலையில் கந்தகம் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கந்தகம் 99.5% தூய்மையானது.

கந்தகத்தை மேலும் தூய்மைப்படுத்த, இரும்பு வால்களிலிட்டுச் சூடேற்றுவர். கந்தகம் உருகி, கொதித்து, ஆவியாக மாறுகிறது. ஆவியை ஓர் அறையினுள் செலுத்திக் குளிரச் செய்வதால் தூய கந்தகம் கிடைக்கிறது.

மரிய புஷ்பராஜ்

## பிரையோசோவா

இது நீரின் அடிப்பரப்பில் அமைந்துள்ள திண்மப் பொருள்களில் ஒட்டி வாழும் உயிரி ஆகும். பிரையோசோவா பாசி போன்று இருப்பதால் பாசி உயிரி எனவும், தொகுப்பு வாழ்க்கை வாழ்வதால் பாலிசோவா எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

பாசி உயிரியின் வாயைச் சுற்றி, உணவு உறுப்பு (lophophore) உள்ளது. இவ்வுறுப்பு பல நுண் உணர் கொம்புகளைக் கொண்டு உணர் கொம்பு மகுடம் போல் உள்ளது. பாசி உயிரி (bryozoa) கைக்காலி (brachipoda) போரோனிடா (phronida) ஆகிய மூன்று சிறு தொகுதிகளிலும் உள்ள உயிரிகள் உணவுறுப்பு உயிரிகள் எனப்படுகின்றன.

பாசி உயிரிகளின் உணவுறுப்பு வாயைச் சுற்றி அமைந்துள்ளது. இவ்வுறுப்புக்கு வெளியில் மலத்துளை அமைந்துள்ளது. ஆகவே வெளிமலப்புழையுடைய (ectoprocta) விலங்கினத் தொகுதியில் இவ்வுயிரிகளை வகைப்படுத்தியுள்ளனர். உணவுறுப்பு உடையவற்றில் பாசி உயிரித் தொகுதியே மிகப் பெரியதாகும். இத்தொகுதி ஏறத்தாழ 400 இனங்களைக் கொண்டுள்ளது. பாசி உயிரிகள் சில நன்னீரிலும், பெரும்பாலானவை கடல் நீரிலும் வாழ்கின்றன. இடம் பெயரும் இயல்பைப் பெற்றிராத தொகுதிகளாகச் சேர்ந்து கூட்டு வாழ்க்கை வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் உள்ள உயிரிகள் மிகவும் சிறியவை. அவை 0.5 மி.மீட்டருக்கு மேல் வளர்வதில்லை. இத்தனி உயிரிகள் முட்டை வடிவிலோ குழல் வடிவிலோ இருக்கும்.

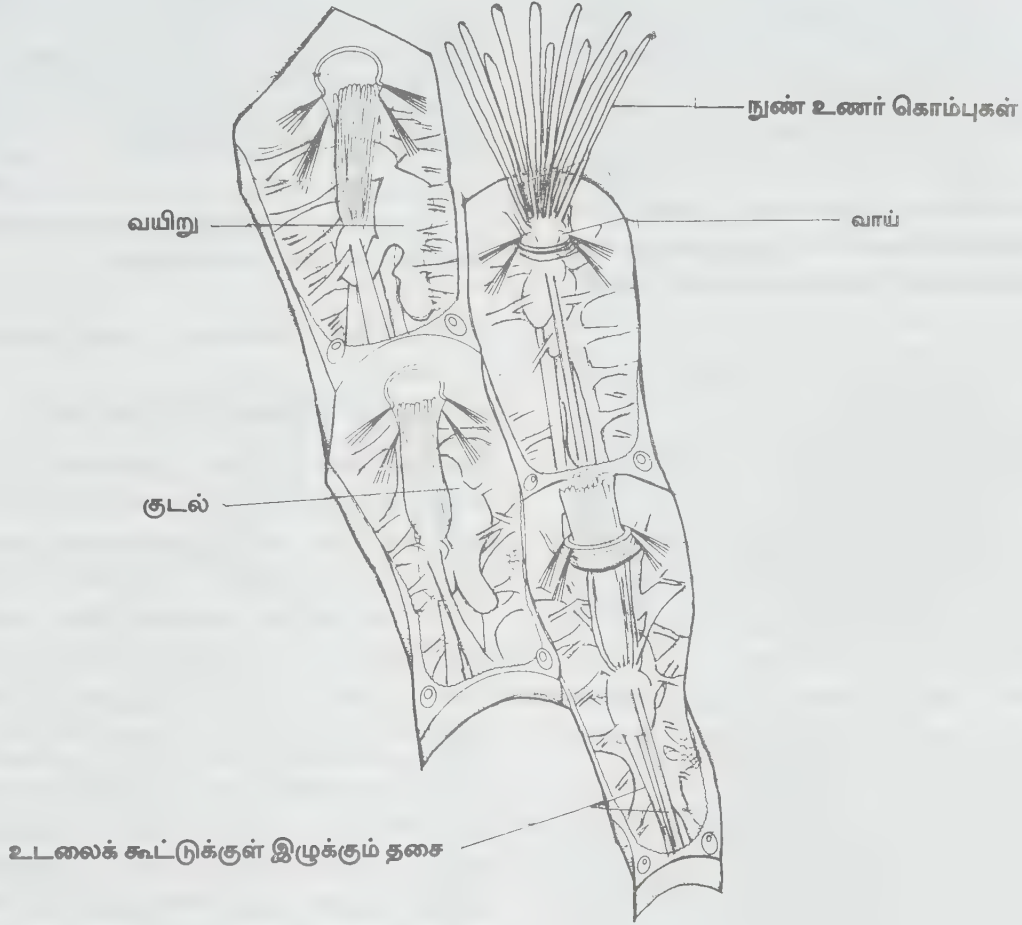
இவ்வுயிரிகளின் உடலை கைட்டின் பொருளாலான உறை (zoecium) மூடியுள்ளது. இவ்வுறையும் உடல் கூவரும் சேர்ந்துள்ள அமைப்பின் (cyst) உள்ளே பல உறுப்புகளைக் (polypide) காணலாம்.

இதில் உணவுறுப்பு, உணவு மண்டலம், தசை முதலியன அடங்கும். இவ்வுறையின் முனையில் ஒரு சிறு துளையுள்ளது. அதன் வழியே உணவுறுப்பு வெளிப்படுகிறது. உடலின் உட்பகுதியில் காணப்படும் உடற்குழியில் உள்ளுறுப்புகள் அமைந்துள்ளன.

பாசியுயிரிகளுக்கு இதயம், குருதி, சுவாச மற்றும் கழிவு உறுப்புகள் கிடையாது. இதன் உடல் மிகவும் நுண்ணியதாய் உள்ளமையால் கழிவு, வளிமம் முதலியன சுற்றுப்புற நீருடன் நேரடிப்பரிமாற்ற முறையில் மாற்றிக் கொள்ளப்படுகின்றன.

பாசியுயிரியின் உணவு மண்டலம் 'ப' வடிவில் உள்ளது. ஆகவே வாயும் மலப்புழையும் அருகருகே அமைந்துள்ளன. உணவுறுப்பின் அடியில் வாய் உள்ளது. வாயைத் தொடர்ந்து





உணவுக்குழாய் உள்ளது. உணவுக்குழாய் விரிவடைந்து அடன்ற இரைப்பையாகிறது. இரைப்பையில் புரதமும், சர்க்கரைப் பொருள்களும் செரிக்கப்படுகின்றன. கொழுப்புகள் செல்லுக்குள் செரித்தல் (intracellular digestion) முறையில் செரிக்கப்படுகின்றன. செரிக்கப்பட்ட உணவு இரைப்பையில் உறிஞ்சப்படுகிறது. செரிக்கப்படாத உணவு குடலையடைந்து, புழுக்கைகளாக மாறி மலப்புவை வழியே வெளியேற்றப்படும். பாசி உயிரி மிதவையுயிரிகளை உணவாகக் கொள்கிறது. இரையைச்

சேகரிப்பதற்கு உணவுறுப்பு உதவுகிறது. உணவுண்ணும்போது மட்டும் இவ்வுறுப்பு வெளியே நீட்டப்படுகிறது. அதை வெளியே நீட்டவும் உள்ளிழுக்கவும் சில தசைகள் உதவுகின்றன.

பாசியுயிரியின் நரம்பு மண்டலம் எளிய அமைப்புடையது. உணவுக்குழாயின் மேல் ஒரு நரம்புச் செல் திரள் உள்ளது. அதிலிருந்து இரண்டு நரம்புகள் புறப்பட்டு உணவுக்குழாயைச் சுற்றி வளையமாக அமைந்துள்ளன. பாசியுயிரிக்கு உணருறுப்பு இல்லை.

அனைத்து நன்னீர் பாசியுயிரிகளும், பெரும்பாலான கடல்வாழ் பாசியுயிரிகளும் இருபாலிகளாகக் காணப்படுகின்றன. சிணையகம் உடலின் நுனிப்பகுதியிலும், விந்தகம் உடலின் அடிப்பகுதியிலும் அமைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் முட்டைகளை தம் உடலுக்குள்ளேயே பொரிக்கின்றன. சிலவற்றில் இதற்காக முட்டை அறை உள்ளது. முட்டைகளிலிருந்து வெளிப்படும் இளவுயிரிகள் உடனே நீரில் நீந்தத் தொடங்கும். பின்னர் வளர்ச்சியுற்று நீரின் அடித்தரையில் ஒட்டிக்கொள்ளும். இளவுயிரி தன் வளர்ச்சிப்பருவத்தில் (ancestrula) அரும்புதல் முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்து புதிய காலனியை உற்பத்தி செய்கிறது.

நன்னீர் பாசி உயிரிகள் கலவாப் பெருக்க முறையிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவ்வகை இனப்பெருக்கத்தில் இனப்பெருக்க உடலி தோன்றுகிறது. இது தட்டுப் போன்ற வடிவில் அமைந்திருக்கும். வறட்சியையும் குளிரையும் தாங்கும் திறன் வாய்ந்த இது கோடைக்காலத்தில் குளம் வற்றினாலும் அழிவதில்லை. பின்னர் பொருத்தமான சூழ்நிலையில் முளைத்து வளர்ந்து புதிய காலனியைத் தோற்றுவிக்கிறது.

பாசியுயிரித் தொகுப்புகள் நீருக்கடியில் உள்ள பாறைகளிலும், மெல்லுடலிகளின் ஓடு முதலியவற்றிலும் ஒட்டி வாழ்கின்றன. பெரும்பாலான கடல்வாழ் பாசி உயிரித் தொகுப்புகள் பல உருவமைப்புடைய விலங்குகளை கொண்டுள்ளன. ஆட்டோகுவாய்டு என்னும் உணவை உண்பதற்கும், ஆவிக்குலேரியா என்னும் உயிரி வாழிடத்தைச் செய்வதற்கும், இனப்பெருக்கச் சிறுயிரி இனப்பெருக்கத்திற்கும் உதவுகின்றன. பாசியுயிரித் தொகுதி பின்வரும் மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

**பைலக்டோலீமேட்டா.** வாய் முடியுடையன என்று பொருள்படும் இவற்றின் வாயின் மீது உதடு போன்ற ஒரு வாய்மூடி (epistome) காணப்படுகிறது. நன்னீர் பாசி உயிரிகள் அனைத்தும் இவ்வகுப்பில் அடங்கும். இவற்றில் ஏறத்தாழ 50 இனங்கள் உள்ளன. இவற்றின் உணவுறுப்பு குதிரைக்குளம்பு வடிவிலோ பிறைச்சந்திரன் வடிவிலோ அமைந்துள்ளன. இதன் வளைவில் வால் உள்ளது. நுண்ணுணர் கொம்புகள் இருவரிசைகளாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு வரிசையிலும் 8-106 உணர் கொம்புகள் உள்ளன. ௭-௮: லோபோபஸ், புளூமட்டேல்லா, ஸ்டீனோலீமேட்டோ. இவை நீண்ட, குழல் போன்ற

உடலமைப்பைக் கொண்டவை. கடலில் வாழ்ந்த ஏறத்தாழ 500 இனங்கள் அழிவுற்றன. ௭.௮: கிரிசியா டியுபுலிபோரா.

ஜிம்னோலெமெட்டா என்பவை வாய்முடியற்றவை. இவை பெரும்பாலும் கடல்நீரில் வாழ்கின்றன. இவற்றின் நுண் உணர்கொம்புகள் ஒரே வரிசையில் 8-34 வரை அமைந்துள்ளன. இவ்வகுப்பைச் சார்ந்த புகுலா நன்கறியப்பட்டுள்ள உயிரியாகும்.

உத்தமன்

துணைநூல். Barnes R.D., *Invertebrate Zoology*, W.B.Saunders Co., Philadelphia.

## பிரௌன் செக்கார்டு நோயியம்

இதனைப் பிரௌன் செக்கார்டு (brown sequead) என்னும் ஃபிரான்ஸ் நாட்டு உடல் இயங்கியலார் கண்டுரைத்தார். தண்டுவடத்தின் வெளிப்பகுதியில் நைவு ஏற்படும்போது இந்நிலை ஏற்படுகிறது. தன்னிச்சை இயக்கங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. விறைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கிறது. ஆழ்ந்த அனிச்சைகள் முனைப்புடன் இருக்கின்றன. நீடித்த ஊசலாட்டம், உள்ளங்காலின் நீட்டு பிரதிவினை ஆகியவை, நைவு காணப்படும் பகுதியில் உண்டாகின்றன.

நைவு காணப்படும் மட்டத்தில் முன்புற, பின்புற நரம்பிழைகள் துண்டிக்கப்படுவதால், உணர்விழப்பும் சும்பலும் உண்டாகின்றன. நைவு இருக்கும் பகுதிக்கு எதிர்ப்பக்கத்தில் வலியின்மை, வெப்ப உணர்வின்மை ஆகியவை காணப்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில், தசை, மூட்டு உணர்வுகள் மறைகின்றன. இந்நிலை பொதுவாகத் தண்டு வடக் காயங்களில் உண்டாகிறது.

மு.ப. சிருஷ்ணன்

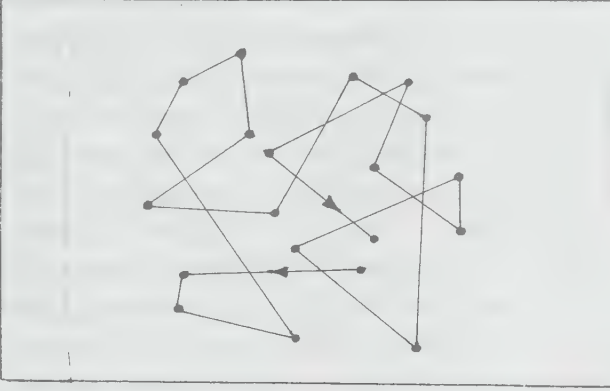
துணைநூல். George W.Thorn, et.al., *Harrisons Principles of Internal Medicine*, Seventh Edition, McGraw-Hill KogaKusha, Ltd, Tokyo, 1974.

## பிரௌனியன் இயக்கம்

நீர்மம் அல்லது வளிமங்களில் தொங்கல் (suspension) நிலையிலுள்ள சிறிய துகள்களின் ஒழுங்கற்ற இயக்கங்களை நுண்ணோக்கி கொண்டோ அல்லது மீநுண்ணோக்கி



கொண்டோ காண முடியும். முதன் முதலாக 1827இல் பிரௌன் என்னும் தாவரவியலார் நீரில் தொங்குகின்ற மகரந்தத்தூள்களின் இயக்கத்தைக் கண்டார். ஆகவே இவ்வகையான இயக்கத்தைப் பிரௌனியன் இயக்கம் (brownian motion) என்பர். இவ்வகையான நிகழ்ச்சியை இவருக்கு முன்பே பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞர் ஜார்ஸ் புஃபோன் என்பாரும், இத்தாலி நாட்டு அறிஞர் லசாரோ ஸ்பேலான் ஜானி என்பாரும் கவனித்தனர். ஆனால் இதன் உண்மையான பண்பை அவர்களால் உணர முடியவில்லை.



பிரௌனியன் இயக்கம்

இவ்வியக்கத்திற்கு உயிருள்ள பொருள்களை மட்டுமே கருதப்பட வேண்டுமென்பதில்லை. உயிரற்ற பொருள்களும் இவ்வியக்கத்திற்கு உட்படும். மேலும் பிரிகை ஊடகம் அல்லது நீர்மம் ஆகியவற்றின் தன்மையாலும் பிரௌனியன் இயக்கம் கரைசலில் உள்ள பொருளின் தன்மையாலும் பாதிக்கப் படுவதில்லை. கரைசல்களுக்கு ஏற்படும் அதிர்வாலோ வெப்ப மாறுபட்டால் ஏற்படும் சுழற்சியாலோ பிரௌனியன் இயக்கம் ஏற்படுவதில்லை. இது ஒரு சிறப்புத்தன்மை வாய்ந்த இயக்கமாகும். பிரௌனியன் இயக்கம் கரைசலில் உள்ள பொருளிலிருந்தோ நீர்மத்திற்கு வெளியிலிருந்தோ வருவதில்லை. இது நீர்ம நிலைமையின் குறிபிடத் தகுந்த உள் இயக்கத்தைப் பொறுத்தது.

பிரிகை ஊடக மூலக்கூறுகள் பிரிகை நிலைப் பொருளின் மூலக்கூறுகளின் மீது தொடர்ந்து மோதிக் கொண்டிருப்பதால் இவ்வியக்கம் ஏற்படுகிறது.

பிரிகை ஊடக மூலக்கூறுகள் பிரிகை நிலைப்பொருள் மூலக்கூறுகளின் மீது அனைத்துத் திசையிலிருந்தும் மோதுகின்றன. பல திசையிலிருந்து மோதினாலும் இம்மோதல்கள் சமமாகவும் ஒரே அளவுடையனவாகவும் இல்லை.

பிரௌனியன் இயக்கம் பிரிகை நிலைப்பொருளின் அளவு, பிரிகை ஊடகத்தின் பாகுதன்மை, வெப்பநிலை, ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். சிறிய மூலக்கூறு, குறைந்த பாகு தன்மை, உயர்ந்த வெப்பநிலை ஆகியவை பெருமளவில் பிரௌனியன் இயக்கத்திற்குக் காரணமாகின்றன. பிரௌனியன் இயக்கம் பொருள்களின் இயக்கப் பண்புக் கொள்கைக்குச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகும்.

எந்திர அதிர்வு, பொலிஷ்ட்டும் ஒளி, வேதி வினை போன்ற புற ஆற்றல்கள் இவ்வகையான இயக்கத்தைப் பாதிப்பதில்லை. சாதாரண ஒளி நுண்ணோக்கியால் காணும் அளவுடைய பெரிய துகள்களின் சார்பியக்கம் மிகக் குறைவாக இருக்கும். துகளின் அளவு கூழ்நிலைப் பொருள் அளவு குறைக்கப்படும்போது, இயக்கம் தொடர்ந்து அதிகரிக்கிறது. இவற்றை மீ நுண்ணோக்கி கொண்டே காண முடியும். கூழ்நிலைத் திண்மப் பொருளை நீர்மத்திலோ வளிமத்திலோ தொங்கவிடுவதன் மூலமாகவும், நீர்மத்தை ஏனைய நீர்மத்துடன் கலக்காத நீர்மத்திலோ வளிமத்திலோ தொங்கவிடுவதன் மூலம் இவ்வியக்கத்தைச் செயல்முறைப்படுத்திக் காட்டலாம். ஒளி புகக்கூடிய குவார்ட்ஸ் படிகத்தாலான குடுவையில் ஒரு வளிமக் குமிழைத் தொங்கிவிட்டால் பிரௌனியன் இயக்கம் பல ஆண்டுகள் தொடரும்.

20ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஆஸ்திரிய வேதியியல் வல்லுநர் ரிச்சர்ட் சிக்மாண்டியால் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மீநுண்ணோக்கி கொண்டு பிரௌனியன் இயக்கம் விரிவாக ஆராயப்பட்டது. இதுவரை பிரௌனியன் இயக்கத்தின் இன்றியமையாமை வெளிப்படவில்லை. 1905, 1906இல் ஐன்ஸ்டீன், பிரௌனியன் இயக்கத்திற்கான கணக்கியல் சமன்பாட்டை வெளியிட்டார்.

இச்சமன்பாடுகளைப் பெறுவதற்கு ஐன்ஸ்டீன் தொங்கு துகள் கரைந்த மூலக்கூறு போன்று செயற்படுவதாகக் கொண்டார். இது சவ்வுடு பரவல் அழுத்தமும், பிரிவுற்ற நீர்மத்தின் விரவலடையலும் கொண்டிருப்பதாகவும் கொண்டார். அதாவது தொங்கு கூழ்நிலைப் பொருள்களுக்கு வளிம விதிகளைக் கடைப்பிடிக்கலாம்.

பிரௌனியன் இயக்கத்திற்கான ஐன்ஸ்டீன் கொள்கை விளக்கம் பின்பு பெரின், தியோடர், ஸ்வெட்பெர்க் ஆகியோரால் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. பெரின், பிரௌனியன் இயக்கம் பற்றி ஆயும்போது அவகாட்ராவின் மாறிலியின் மதிப்பைப் பெற்றார். அவரால் பெறப்பட்ட மதிப்பு  $6.5 \times 10^{23}$  இம்மதிப்பு பின்பு அளவிடப்பட்ட மதிப்பு  $6.023 \times 10^{23}$  யுடன் சரியாக ஒத்திருந்தது.

வளிமத்திலுள்ள ஆடி. வளிமத்தில் ஆடியின் இயக்கம் பிரௌனியன் இயக்கத்தைக் காட்டும் எளிய ஆய்வாகும். நிலைமத் திருப்புத்திறன் கொண்ட ஆடி, மெல்லிய இழையால் தொங்கவிடப்படும்போது, ஆடி அதன் இயல் அதிர்வெண்  $W_0$ -இல் சீரிசை இயக்கம் கொள்கிறது. இவ்வியக்கத்திற்கான சமன்பாடு,

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + W_0^2 \theta = 0$$

இங்கு  $\theta$  கோண இடப்பெயர்ச்சி.  $W = d\theta/dt$  கோணத் திசைவேகம். காற்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஆடியின் இருபக்கங்களிலும், மூலக்கூறுகளின் மாறுபட்ட உந்தப் பரிமாற்றத்தால் சமமற்ற விசை செயற்படுகிறது. இதனால் சீரிசை அலைவு மாற்றமடைகிறது. சிறிது நேரத்திற்குப் பின்பு ஆற்றல் பகிர்வு ஏற்படுகிறது. சூழற்சி இயக்க ஆற்றலும், நிலையாற்றலும்  $1/2KT$ -க்குச் சமமாகின்றன. கவனமான அளவீட்டின் மூலம் இதனைச் சீரமைக்கலாம். பிரௌனியன் இயக்கம், துல்லியமான அளவீட்டிற்கு ஒரு வரம்பைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆய்வுகள் வாயிலாக இவ்வரம்பினைப் பெறலாம்.

வாங்குவின் சமன்பாடு. ஒரு நீர்மத்தில் ஒரு சிறிய பொருள் தொங்கவிடப்பட்டிருந்தால், இத்துகள் அடைகின்ற ஒழுங்கற்ற இடப்பெயர்ச்சி  $X$ -ஐக் காணமுடியும். இருப்பினும் எந்த ஒரு நேரத்திலும் சராசரி இடப்பெயர்ச்சி அல்லது சராசரியின் இருமடியின் இருமடிமூல இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு ஆய்வு மூலம் பெறப்பட்ட மதிப்பைக் கொள்கை வழியாகக் கணக்கிடப்பட்ட மதிப்புடன் ஒப்பிடலாம். ஒரு சிறிய பொருள் ஒரு நீர்மத்தின் வழியாகச் செல்லும்போது வழக்கமான பாகியியல் இழப்பிற்கு உட்படும். ஆற்றல் பங்கீட்டு விதியைப் பயன்படுத்திப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\frac{KT}{X^2} = \frac{3\pi Rn}{\eta}$$

இம்முடிவை ஐன்ஸ்டீன் வருவித்தார்.

பிரௌனியன் இயக்கத்திற்கான காரணங்கள். வெய்னர், நிலையான நீர்மத்திலுள்ள உள் இயக்கச் சிறப்பியலே இவ்வியக்கத்திற்குக் காரணம் எனக் கூறினார். டெல் சாலெக்ஸ் என்பார் நீர்மச் சூழ்நிலையிலுள்ள வெப்ப மூலக்கூறு இயக்கமே காரணம் எனக் கூறினார். இவ்விரு கூற்றுகளே தற்கால பிரௌனியன் இயக்கத்திற்கான

அடிப்படைக் கொள்கையாக அமைந்தன. வளிமத்திற்கான மூலக்கூற்றுக் கொள்கைப்படி, வளிமத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் தனிச்சுழிக்கு மேற்பட்ட வெப்ப நிலையில் முடிவுற்ற இயக்கம் கொண்டுள்ளது. வெப்ப நிலை மிகும்போது, மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்திசையை நன்கு கண்டுணர முடியாது. மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே தொடர்ந்து மோதல், ஏற்படுவதால் தனிப்பட்ட மூலக்கூறுகளின் திசை தொடர்ந்து மாறுகிறது. நீர்மங்களில் மூலக்கூறுகள் மிக நெருக்கமாக உள்ளமையால், மோதலிடைத் தொலைவு மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

நீரில் மிக நுண்ணிய துகள்கள் தொங்கவிடப்பட்டால் அதைச் சுற்றியுள்ள மூலக்கூறுகள் தொடர்ந்து மோதுகின்றன. அனைத்து மூலக்கூறுகளின் திசைவேகமும் சமமாக இருந்தால், அனைத்து உந்தப் பரிமாற்றமும் ஒன்றையொன்று சரி செய்து விடுகின்ற காரணத்தால், துகள் இடப்பெயர்ச்சி அடையாது. முந்திய பிரௌனியன் கொள்கைக்கு எதிராக இந்தத் தவறான வாதத்தை கே. டபிள்யூ. வான் நேகாலி கூறினார். கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் அனைத்து மூலக்கூறுகளும் சமமான திசைவேகம் பெற்றிரா. ஆகவே தொங்கு துகள் மாறுபட்ட அளவு கொண்ட உந்தம் பெறுகிறது. மூலக்கூறின் திசைவேகமும், திசையும் தொடர்ந்து மாறுதலடைகின்றன. ஆகவே துகள் வளைந்து வளைந்து செல்லும் இயக்கம் பெறுகிறது. அதாவது பிரவுனியன் இயக்கம் அமைப்பு இருக்கும் வரை இவ்வியக்கம் தொடர்கிறது என்பது தெளிவு. இம்முடிவு கான்டேனி மற்றும் பிறரால் செய்யப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகளுடன் ஒத்துள்ளது.

ஒரு துகளின் நிலையைத் துல்லியமாகப் பதிவு செய்ய முடியாது. மிக நுண்ணிய துகள்கள் மீநுண்ணோக்கியில் ஒரு பொட்டாகத் தோன்றுகின்றன. இத்துகள் ஒரு நொடியில் லட்சக்கணக்கான மோதலுக்கு உட்படுவதால் துகள் அதன் நடுநிலைப் பகுதியில் ஆடிக்கொண்டிருக்கும். இருப்பினும் நடுநிலை மெதுவாக நகர்கிறது. வி. ஹென்றி, 0.05 நொடி இடைவெளியிலும், ஜே. பெரின் 30 நொடி இடைவெளியிலும் துகளின் இயக்கத்தைப் புகைப்படம் எடுத்து, வரைபடம் வரைந்தனர். இது வளைந்து வளைந்து செல்லும் கோடாக அமைந்தது.

அ. சுந்தரவேலுசாமி  
வே. ராமசாமி

துணைநூல். S. Sundaram and Vangalur S.Srinivasan, *Text Book of Inorganic Chemistry*, Marghan Publications, Madras, 1995.



## பில்லிப்பயிறு

இதைப் பனிப்பயறு என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரப்பெயர் விக்னா டிரைலோபேட்டா (*vigna trilobata*) என்பதாகும். இதன் பழைய பெயர் ஃபேசியோலஸ் டிரைலோபஸ் (*phaseolus trilobus*) என்பதாகும். இது லெகுமினோசே (*leguminosae*) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது பசுந்தானூர்ப்

பயிராகவும், தீவனப் பயிராகவும் வளர்க்கப்படுகிறது. இப்பயிர் ஆப்கானிஸ்தான், ஆபிசினியா, மலேசியா, இந்தியா, மியான்மர், பூர்வங்கா ஆகிய நாடுகளில் பரவிக் காணப்படுகிறது. தமிழ்நாடு ஆந்திர மாநிலங்களில் பில்லிப்பயிறு பெரும் பரப்பளவில் சாகுபடியாகிறது. இதன் தழை, கொடி, இலை முதலியவற்றில் புரதச்சத்து மிகுந்திருக்கிறது.



பில்லிப்பயிறு (*Vigna trilobata*)

வளரியல்பு. பில்லிப்பயிறு சாதாரணமாக ஒரு பருவக் கொடியாக வளர்க்கப்படுகிறது. தேவையானால் நிலத்தில் இப்பயிரை ஓரிரு ஆண்டுகள் தொடர்ந்து வைத்திருந்து வளர்க்கலாம். இதன் கொடி 25 - 50 செ.மீ. நீளம் படர்ந்து வளரும். தண்டு மயிர்கள் இல்லாமல் பளபளப்பாக இருக்கும். சில சமயங்களில் விரைவில் விழுந்துவிடும்; பில்லிப்பயிறுக்கு உறுதியான ஆணி வேருண்டு. தண்டில் மாற்று அடுக்கத்தில் இலைகள் நீண்ட இலைக்காம்பின் உதவியால் அமைந்து இருக்கும். இலைக்காம்பின் உள் பக்கத்தில் நீளவாக்கில் பள்ளம் இருக்கும். தண்டுடன் இலைக்காம்பு ஒட்டியுள்ள பகுதியில் இலையடிச் செதில்கள் தெளிவாக இணைந்துள்ளமையைக் காணலாம். சிற்றிலைகள் முட்டை அல்லது செவ்விணைவக (rhomboid) வடிவில் 2.5 - 5 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். ஒவ்வொரு சிற்றிலையிலும் முனை மடங்கிய மடல்கள் இருக்கும். நுனியிலிருக்கும் சிற்றிலை சிறுத்து, இரண்டு கூரிய சிற்றிலையடிச் செதில்களைப் (stipels) பெற்றிருக்கும். பக்கவாட்டில் இருக்கும் ஒழுங்கில்லாத இரண்டு சிற்றிலைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒவ்வொரு சிற்றிலையடிச் செதில் இருக்கும். இலைக் கோணத்தில் பூக்கள் ரசீம் மஞ்சரியாக உண்டாகியிருக்கும். பூக்காம்பு குட்டையாக இருக்கும்.

பூக்கள் சிறியவையாகவும் மஞ்சள் நிறமானவையாகவும் காணப்படும். ஒவ்வொரு பூவிலும் இரண்டு பூவடிச் செதில்கள் பக்கவாட்டில் அமைந்திருக்கின்றன. இவை ஐந்து புல்லி இதழ் மடல்களை விட நீளமானவை. புல்லிவட்டம் மணி வடிவாகக் காணப்படும். அல்லி இதழ்கள் 0.6 மி.மீ. நீளமுள்ளவை. கொடியல்லி.

இதழ்கள் அகலமாகவும் இளமஞ்சளாகவும் ஊதா நிறப்பகுதிகளைக் கொண்டு காணப்படும். படகு அல்லி இதழ்கள் ஒளிவீசும் மஞ்சள் நிறமானவை. இதன் நுனிப்பகுதி ஊதா நிறமாக இருக்கும். பத்து மகரத்தத்தாள்களும் இரண்டு கற்றைகளாக உண்டாகியிருக்கின்றன. சூலகத்தண்டு வளைந்திருக்கும். சூலகமூடிக்கு சற்றுக் கீழே மென் மயிர்கள் சிலவற்றைக் காணலாம். காய்கள் 2.5 - 5 செ.மீ. நீளமானவை. உருளை வடிவக் காயின் நுனி சற்று வளைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு காயும் பளபளப்பாகவும் 8 - 12 விதைகளைக் கொண்டும் இருக்கும். காய்கள் கறுப்பு அல்லது கரும்பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். விதைகள் 0.3 செ.மீ. நீளத்தில் சதுரமாகவும், தெளிவான வெள்ளிநிறத் தாளடித் தண்டைக் (hilium)

கொண்டும் கரும்பச்சை அல்லது பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். விதையின் மீது கறுப்பு நிறப்பகுதிகள் கலந்து காணப்படுவது பில்லிப்பயிறு விதைகளின் தனிச் சிறப்பாகும்.

சாகுபடி முறை. பில்லிப்பயிறு சாகுபடிக்குப் பல மண் வகைகள் உதவியாக இருந்தபோதிலும் கரிசல் நிலம் மிகவும் ஏற்றதாகும். விதை முளைக்கும்போது இளம்பயிருக்கும் போதிய ஈரம் இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. கால்நடைத் தீவனத்திற்காகப் பயன்படுத்தும்போது செடியின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் ஓரிரு முறை நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். பில்லிப்பயிறு செடி வறட்சியைத் தாங்கி வளரும். இது ஓரளவு நீர் தேங்கியிருந்தாலும் வளரும் தன்மை கொண்டது. ஹெக்டேருக்கு 25 கி. விதையளவு பரிந்துரைக்கப் படுகிறது. நெல் அறுவடைக்கு 3 - 5 நாட்கள் முன்பாக விதைகளைத் தெளித்து விடுவது வழக்கம். இது 4 - 5 மாத காலத்தில் 10,000 கி. பசுந்தானைத் தருகிறது. வளர்ந்த செடிகளை இரண்டு அல்லது மூன்று முறை அறுத்து கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகத் தந்த பின்பு செடிகளை நிலத்திலேயே உழுதுவிடுவது வழக்கம். இதற்குப் பதிலாக மாடுகளை ஓரிரு முறை மேய்த்து 6 வாரங்கள் வரை வளரவிட்டு உழுதுவிடலாம். செடியை உழுதுவிடுவதற்கு முன்பு நெற்றுக்களைப் பொறுக்கிச் சேகரிப்பது வழக்கம். பில்லிப்பயிறு சிறந்த பசுந்தீவனமாகவும் பசுந்தாளுரப் பயிராகவும் விளங்குவதற்குக் கொடி போல் அடர்த்தியாகப் படர்ந்து வளரும் தன்மையும், புரதச்சத்து நிறைந்திருப்பதும் காரணங்களாகும். செம்மையாகக் களையெடுத்துத் தேவையானபோது நீர் பாய்ச்சினால் பில்லிப்பயிறு ஓராண்டுவரை நன்கு வளர்ந்து 8 - 10 முறை அறுப்புக்கு வரும். பச்சைப் பில்லிப்பயிற்றங் குழைகளை உலர்த்திப் போரிட்டு வைத்துக் கொண்டு மாடுகளுக்குத் தீவனமாக தரலாம்.

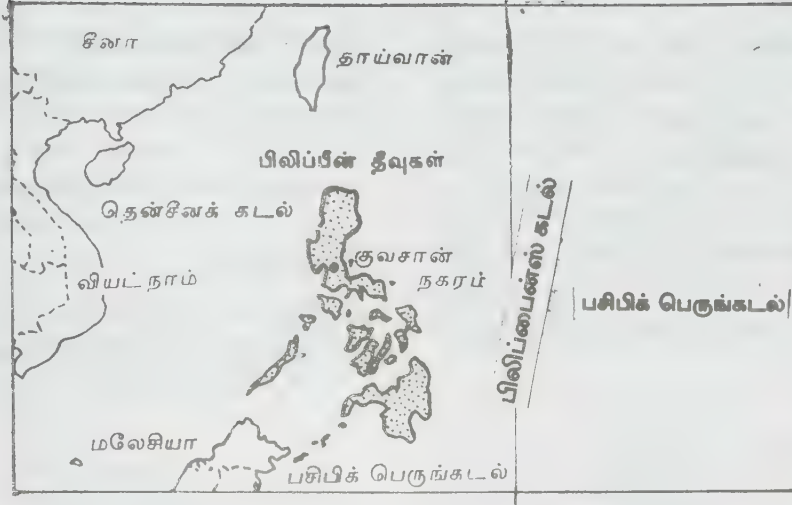
கோ. அர்ச்சுனன்

துணைநூல். D. Daniel Sundararaj and D.Thulasidas, *Botany of Field Crops*, The Macmillan Company of India Ltd, Madras, 1976.

## பிலிப்பைன்ஸ் கடல்

கி.பி. 1519ஆம் ஆண்டில் மெகல்லன் தலைமையில் அமைந்த குழு பசிபிக்கில் இரண்டாண்டுக் காலம் அலைந்து பிலிப்பைன்ஸ் தீவுக் கூட்டத்தைக் கண்டறிந்தது. ஆசிய





தென்சீனக் கடல் பிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளைச் சூழ்ந்து 900 கி.மீ. தொலைவில் பிலிப்பைன்ஸ் தீவுக் கூட்டங்கள் உள்ளன. இத்தீவுக் கூட்டங்களின் வடக்கிலும் மேற்கிலும் சீனக்கடல் இருக்கிறது. தெற்கில் 'சூலு கடலும்' (sulu sea), செலிபஸ் கடலும், கிழக்கில் பசிபிக் பெருங்கடலும் சூழ்ந்துள்ளன.

பசிபிக் பெருங்கடல் பகுதியில் 150 கி.மீ. நீளத்திற்குத் தெற்கு வடக்காகப் பிலிப்பைன்ஸ் நாடு பரவியுள்ளது. இதன் தெற்கில் 22.5 கி.மீ. தொலைவில் போர்னியோவும் வடக்கில் தைவான் நாடும் அமைந்துள்ளன. பிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளை வடக்கில் லூசோன் தீவும், தெற்கில் மின்டனாவோ நடுவில் விசயாஸ் தீவுக் கூட்டங்களும் உள்ளன. இதில் 7100 தீவுகள் ஒன்றிற்கு ஒன்று அருகிலுள்ளன. இவற்றில் பல தீவுகளின் பரப்பு மிகவும் குறைவே. பிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளின் நிலங்கள் ஏறத்தாழ கடல் மட்டத்திலிருந்து 450 மீ. உயரத்தில் அமைந்துள்ளன.

கடற்கரை. பிலிப்பைன்ஸின் கடற்கரை 21,600 கி.மீ. நீளம் உடையது. இக்கடற்கரையில் ஏறத்தாழ 60 இயற்கைத் துறைமுகங்கள் உள்ளன. இயற்கைத் துறைமுகமான மணிலாக்கடல் (manila bay) 115.5 ச.கி.மீ. பரப்புடையது. இதில் காரிகிடோர் எனும் பாறைத் தீவுள்ளது.

மின்டனாவோ தீவுக்கு கிழக்கே உள்ள கடல் உலகிலேயே இரண்டாம் பெரிய ஆழம் உடைய கடலாகும். இதன் ஆழம் 10632மீ. ஆகும். பிலிப்பைன்ஸுக்கு கிழக்கே உள்ள பசிபிக் கடலில் உருவாகும் பெரும்புயல் காற்று ஐதலை முதல் நவம்பர் மாதத்திற்குள் பலமுறை பிலிப்பைன்ஸைத் தாக்கி அழிக்கிறது. மணிலாவை விடச் சமார் தீவு புயலினால்

பெரும் பாதிப்புக்குள்ளாகின்றது. கடற்கரை அருகில் மாங்குரோவ் காடுகள் உள்ளன. மணிலாக் கடல், டயாபஸ் கடல், போகோ கடல், சிபுகி கடல் ஆகியவற்றில் ஆண்டு முழுவதும் மீன் பிடிக்கப்படுகிறது. ஏனைய கடல்களிலும் பருவங்களுக்கு ஏற்ப மீன் பிடிக்கப்படுகிறது.

பிலிப்பைன்ஸில் உள்ள 380 துறைமுகங்கள் மூலம் உள்நாட்டு, வெளிநாட்டுக் கப்பல் போக்குவரத்து நடைபெறுகிறது. மணிலா, சிபு, இலாய் லோ, பாகியோ, சம்புவாங்கா, தவாவ் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்க துறைமுகங்களாகும். லூசோன் தீவில் உள்ள மணிலா, ஒரு வளைகுடாவின் கிழக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ள மாபெரும் இயற்கைத் துறைமுகமாகும். இங்கிருந்து ஏற்றுமதி, இறக்குமதிகள் நடைபெறுகின்றன.

தென் தீவுகளின் அருகில் கடற்பஞ்சு கிடைக்கிறது. சூலு தீவுக்கூட்டத்தில் அழகிய முத்துக்கள் கிடைக்கின்றன. கடலோரங்களில் மீன் பிடித்தல், முத்துக் குளித்தல், பவளம் சேகரித்தல் போன்ற தொழில்கள் நடைபெறுகின்றன.

கடற்கொள்ளைக்காரர்களும் கள்ளக்கடத்தலும். சூலு கடல் கடற்கொள்ளையர்களின் வாழ்விடமாகப் பல நூற்றாண்டுகளாக இருந்து வருகிறது. பிலிப்பைன்ஸ் நாடு ஏழாயிரத்துக்கும் மேற்பட்ட தீவுகளையும், பல்லாயிரம் கி.மீ. கடற்கரையினையும் கொண்டதாகும். எனவே கடற் கொள்ளையைத் தடுக்கும் அளவுக்கு வலிமை வாய்ந்த கப்பற்படை இன்னும் உருவாகவில்லை.

கள்ளக்கடத்தலும் சூலு கடல் பகுதியில் மிகுதி. சூலு தீவுகளில் வாழும் சாமல் இனத்தவர்களும், டாபுசுக் (tabugus) இனத்தவர்களும் வடக்குப் போர்னியாவில் உள்ள தம்

இனத்தவருடன் பல நூற்றாண்டுக் காலமாக வணிகத் தொடர்பு கொண்டவர்கள். நாடுவிட்டு நாடு செல்ல முடியாத சரக்குப் பொருள்களை இத்தீவினர் தம் உறவினர்கள் மூலம் கடத்துகின்றனர்.

ரிகல் கடற்கரையில் உள்ள வெள்ளை மணற்படுகை கண்ணுக்கு விருந்தாக அமைந்துள்ளது. வெள்ளியம் அடங்கிய கசிட்டெரைட்டு பெரும்பாலும் தென்கிழக்கு ஆசியக் கண்டத்திட்டுப் பகுதியில் மிகுந்துள்ளது. வெள்ளியத் தாது

பெல்ட் பிலிப்பைன்ஸ் கடலின் கரையோர மற்றும் நீரடி மணல்களில் பரவிக் காணப்படுகிறது.

செ. மரியசூசைநாதன்

## பிலிவாகை

இம்மரத்தின் தாவரப்பெயர் அல்பிசியா சைனென்சிஸ் (albizia chinensis) ஆகும். இம்மரத்திற்கு அ. ஸ்டிபுலேட்டா



1. கொப்பு 2, 3. இருபுற வெடிகனி

4. புல்லிவட்டம் 5 அல்லி இதழ்கள் 6, 7. குலகம், முழுதும் 8. பூங்கொத்தின் மையப்பூ 9. சேகரங்கள்

10. குலகம் (மையப்பூ) 11. குலகம் (பெரிதாக்கப்பட்ட அடிப்பகுதி) 12, 13. மகரந்தப் பைகள் 14, 15. குலகம்



(A.stipulata), அ. மார்க்ஜினேட்டா (A.marginata) என்ற பெயர்களுமுண்டு. இந்த இலையுதிர் மரம் லெருமினோசே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் உருளை போன்ற அடிமரம் 9 மீ. உயரமிருக்கும். இம்மரத்தின் கனம் 2.4 மீ. இருக்கும். இம்மரத்தை இந்தியா, பூலங்கா, மியான்மர், தாய்லாந்து, இந்தோசீனா, தென்சீனா, மலேசியா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். தென்னிந்தியா, வங்காளம், அசாம் ஆகிய பகுதிகளில் 1200 மீ. உயரம் வரை இது வளரும். இம்மரத்தை அந்தமான், நிக்கோபார் தீவுகளிலும் காணலாம். இது ஈரம் மிகுந்த இடங்களில் நன்கு வளர்கிறது. விதை, போத்து ஆகியவற்றின் மூலம் இது இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது.

**வளரியல்பு.** இம்மரத்தின் கிளைகள் மஞ்சள் நிறமானவை. கிளைகள் மீது மென்மயிர் போர்த்தப் பட்டிருக்கும். இலைகள் 15 - 22 செ.மீ. நீளமானவை. ஒவ்வொரு கூட்டிலையிலும் 25-30 இரட்டைச் சிற்றிலைகளைக் காணலாம். முட்டை வடிவில் காணப்படும் இதன் அடிப்பகுதி சற்றுச் சாய்வாக இருக்கும். இலையோரத்தில் சிறுசிறு மயிர்களைக் காணலாம். இலைநுனி கூராக இருக்கும். மஞ்சள் நிற இலைக்காம்பு 3 செ.மீ. நீளமுடையது. இதன் நடுப்பகுதியில் ஒரு சுரப்பி இருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் 2 x 2 செ.மீ. அளவில் முட்டை அல்லது இதய வடிவானவை. இலை மஞ்சள் நிறத்திலும் மென்மயிர்களால் மூடப்பட்டும் இருக்கும். பூங்கொத்து இலைக்கக்கம் அல்லது கிளை நுனியில் 8 செ.மீ. நீளத்தில் உண்டாகிறது. மஞ்சரிக்காம்பின் நீளம் 1 செ.மீ; புதுத்தளிர்கள் மார்ச் மாதத்திலும் பூக்கள் மார்ச் - மே மாதங்களில் உண்டாகின்றன. பூவடிச் செதில் உதிராதது. தட்டையான காய்கள் நேராகவோ ஓரங்களில் வளைந்தோ இருக்கும். காய்களின் நுனிப்பகுதி கூராகவோ வட்டமாகவோ இருக்கும். இக்காய்களை மே மாதத்திலிருந்து காணலாம். ஒவ்வொரு காயிலும் 5 விதைகள் அடங்கியுள்ளன.

**பயன்.** இம்மரத்தைக் கொண்டு தேயிலைத்துள் நிரப்பும் பெட்டி, வேளான் கருவி, நாற்காலி, மேசை போன்றவற்றைச் செய்யலாம். இம்மரத்திலிருந்து வடியும் நீரில் கரையாத பிசினை, நேபாளத்தினர் காகித உற்பத்தியில் பயன்படுத்து கின்றனர். இதன் இலையும் கொப்புகளும் ஆடுகளுக்கு உணவாகின்றன. இம்மரத்தை காபி, தேயிலைத் தோட்டங்களில் நிழல் மரங்களாக வளர்க்கலாம்.

**கொண்டை வாகை (albizzia praera) என்பது பெரிய**

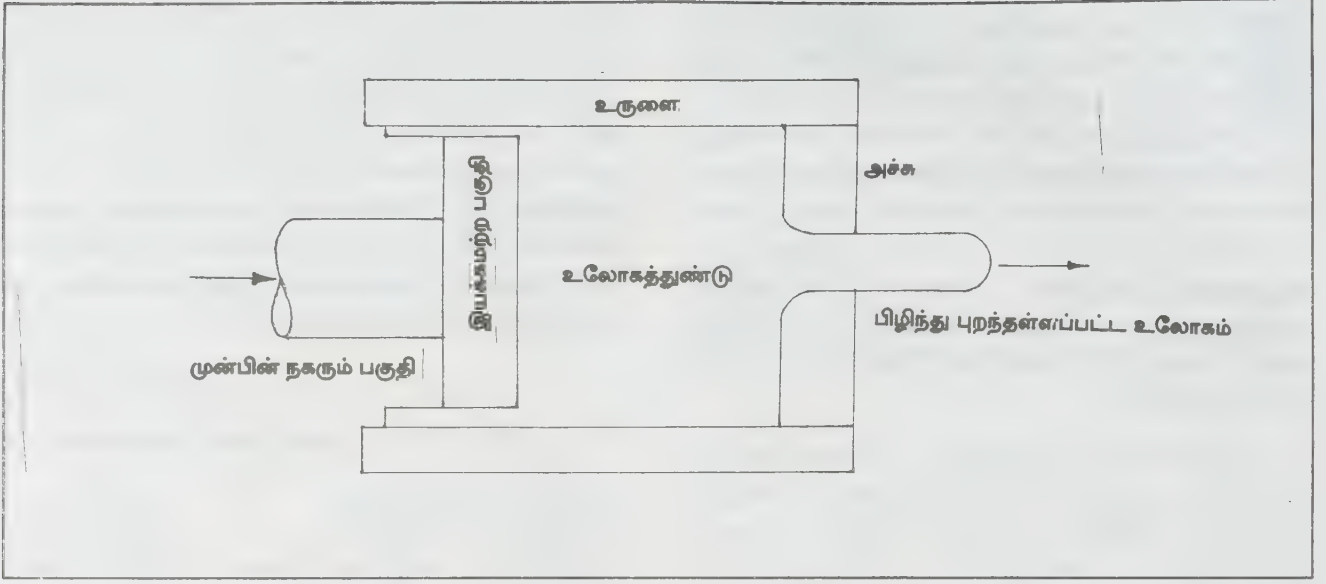
இலையுதிர் மரமாகும். இதன் உயரம் 18 - 24 மீ. பருமன் 1.8 மீ. இமாலயம், தென்னிந்தியா, அந்தமான், தீகோபார் தீவுகளில் இம்மரத்தைக் காணலாம். ஆற்றங்கரையோ ரத்திலும் ஈரமுள்ள பகுதிகளிலும் வண்டல் நிலங்களிலும் இது நன்கு வளர்கிறது. இதைத் தோட்டங்களிலும் சாலை ஓரங்களிலும் வளர்க்கலாம். ஒரு கன அடி மரம் 14.2 கி.கி. நிறையுடையது. இம்மரத்தைக் கொண்டு கட்டுமானப் பணிகள் வண்டி, துடுப்பு, உரல், கரும்பு பிழியும் எந்திரம் முதலியவற்றைச் செய்யலாம். இம்மரத்தைச் செதுக்கி அழகிய சிற்பங்களையும் வடிக்கலாம்.

**கோ. அர்ச்சுனன்**

## பிழிவு, புறந்தள்ளல்

பாகுநிலைப் பொருளின் குறித்த வடிவமைக்கப்பட்ட துளை ஒன்றின் வழியாக அழுத்த விசைகள் கொண்டு உந்திப் புறந்தள்ளுதலையே பிழிவு அல்லது பிதுக்கல் (extrusion) எனலாம். வெம்மைப்பிழிவு (hot extrusion), குளிர் பிழிவு (cold extrusion) எனப் பிழிவு இருவகைப்படுகிறது. சான்றாகப் பற்பசைக் குழாயிலிருந்து பற்பசையை பிதுக்கி எடுக்கத் தரப்படும் அழுத்தவிசை காரணமாக அடைக்கப்பட்ட பற்பசை குழாய் வாய் வழியே புறந்தள்ளப்படுகிறது. இதைக் குளிர்நிலைப் பிழிவு எனலாம்.

**வெப்பப் பிழிவு.** இப்பொதுமுறை மிகப் பரவலாகக் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில், குடாக்கப்பட்ட ஓர் உலோகத் துண்டத்தை (metal billet) உருளை வடிவில் உள்ள அறையில் அடைத்து அதன் ஒரு முனையில் நீரியல் தத்துவ அடிப்படையில் முன்பின்னாக இயங்கும் தண்டிடை (ram) அழுத்தி விசையூட்டப்படும் (காண்க: படம் 1). உருளையின் எதிர் முனையில் ஒரு துளையிட்ட அச்சு (die) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வச்சின் வடிவம், பெற வேண்டிய பொருளின் வடிவத்திற்கு ஏற்றாற்போல் அமைந்திருக்கும். எ.டு:சமையல் அறையில் முறுக்கு பிழியப் பயன்படும் சேவைநாழி. உருளைவடிவ இக்கருவியின் அடியில் தேவையான வடிவில் துளையிடப்பட்ட அச்சுத்தட்டைப் பொருத்திக் கொள்ளும் வசதி உண்டு. உருளையினுள் பிசைந்த மாவை நிரப்பிப் பிறிதோர் உந்து தண்டைப் (piston) பயன்படுத்தி முறுக்கு பிழியலாம். இதற்கு வசதியாகத் தண்டின் மேற்பகுதியில் இரண்டு கைப்பிடிகள் உள்ளன.



படம் 1. நேரடிப் பிழிவு முறை (வெப்ப நிலை)

வெப்பப் பிழிவில் பிழியப்படும் உலோகம் சூடாக்கப்பட்ட நிலையில் இளகி இருக்கும். இவ்வுலோகத் துண்டத்தை உருளையினுள் அடைத்து, முன்பின் அசையும் தண்டு உறுப்பால் அழுத்தம் கொடுக்கும்போது இளகிய வெப்ப உலோகம் துளையிடப்பட்ட அச்ச வாயிலாக உலோகத் தண்டாக வெளியேறும்.

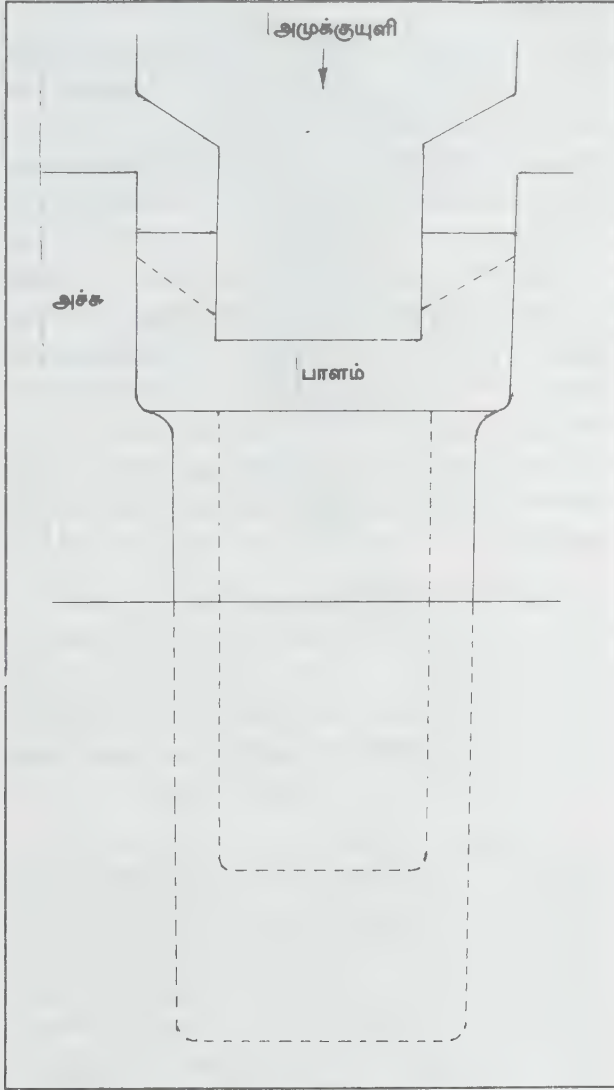
இருவகை அச்சுகளைப் பயன்படுத்தி இரு படி பிழிவு (stepped extrusion) முறையைக் கையாண்டு இரண்டு வடிவத் தண்டுகளை உருவாக்க இயலும். இம்முறையில், முதலில் குறுகிய பரப்பளவுள்ள துளை அச்சைப் பயன்படுத்தித் தேவைப்படும் நீளத்தை அடைந்த பின்னர், சிறிய துளை கொண்ட அச்சை அகற்றிவிட்டுப் பெரிய துளை கொண்ட அச்சைப் பொருத்தி எஞ்சிய நீளத்தையும் அதே முறையில் உருவாக்குவர். அச்சுகளை எளிதில் வெளியே எடுத்து மாற்றுவதற்கு வசதியாக அவை பிளவுபட்ட நிலையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பிழிவு அழுத்தங்களும் (extrusion pressures) வேகமும், பிழியப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகத்தின் எந்திரப் பண்புகளைப் பொறுத்தும் மாறுபடும். எ-டு: மக்னீஷியம் போன்ற சில உலோகக் கலவைகளை மிகக் குறைந்த வேகத்தில் கையாள வேண்டும். ஆனால் செம்பு எஃகு முதலான உலோகக் கலவைகளையும், ஈயம் போன்ற உலோகங்களையும் பிழிய 300 மீ./திமிடம் வேகம் தேவைப்படுகிறது. மேலும் பிழியும் வேகம் உலோகக் கலவையின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்தும் மாறுபடும்.

பொதுவாக இம்முறையில் உலோகங்கள் பிழியப்படும்போது மிகுந்த வெப்பம் வெளிப்படும். எனவே பிழியும் வேகம் கூடுதலானால் இவ்வாறு உருவாகும் வெப்பத்தை வெளிக் கசியச் செய்வது கடினமாகும். இதன் விளைவாக வெப்பநிலை மேலும் உயர வாய்ப்பு உண்டு. பிழியும் உலோகமும் தன்மையில் ஒரே சீராக இராது. வரையறுக்கப்பட்ட அச்ச, விசையின் (die force) விளைவாகவும், உருளையின் பக்கச் சுவர்களால் ஏற்படும் உராய்வு விளைவுகளாலும் உலோகத் துண்டத்தின் வெளிப்பகுதிகள் உருமாற்றத்தை எதிர்க்கத் தொடங்கும். இதன் விளைவாக, உலோகத் துண்டத்தின் மையப்பகுதியில் வேகம் கூடும். இறுதியில் உருளையினுள் உலோகத்துண்ட அளவு குறையும்போது அதன் வெளிப்பகுதி வெளியேறும் வேகமும் மையப்பகுதி வெளியேறும் வேகமும் சம அளவில் இல்லாமையால், எஞ்சிய உலோகத் தண்டு உள்ளீடற்ற கூட்டுப் பகுதியாக மாறும் வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, உலோகத் துண்டத்தின் அச்சிறிய பகுதியை உருளையிலேயே அகற்றிட வேண்டும்.

பிழியப்பட்ட உலோக மேற்பரப்பு வெளிக்காற்றுடன் வேதிவினை புரிந்து ஆக்சைடாக மாறாமல் தடுக்கும் பொருட்டு முன்பின் நகரும் உறுப்பின் வெறும் போலித்தண்டு (dummy block) உருளையின் விட்ட அளவை விடச் சிறியதாக வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் ஒரு மெல்லிய உறை பிழிந்தமைக்கப்படுகிறது. இதனைப் பின்னர் வெளியேற்றி விடலாம்.





படம் 2. நேரடி - குளிர்நிலைப் பிழிவு முறை

அச்சப் பரப்புகளை உராய்வு விளைவுகளிலிருந்து காக்க உயவிகள் பயன்படுகின்றன. இரும்பு உலோகங்களுக்கு உயவியாகக் கண்ணாடியும் இரும்பற்ற உலோகங்களுக்கு உயவியாகக் கிராஃபைட்டும் கையாளப்படும். தலைகீழ் பிழிவு (inverted extrusion) முறைப்படி வடிவமைத்தால், நேரடிப் பிழிவு (direct extrusion) முறையில் பொதுவாக எழும் உராய்வு விளைவுகள், மேற்பரப்பில் ஆக்கைடு உருவாதல் ஆகிய குறைபாடுகளைத் தவிர்க்கலாம். இம்முறையில் முன்பின் நகரும் ஊசல் பகுதி (ram) உள்ளீடற்று இருக்கும்.

உருளையின் மறுமுனை மூடப்பட்டு இயக்கமற்ற பகுதியில் அச்சத் திறப்புவாய் அமைந்திருக்கும். முன்பின் நகரும் ஊசல் பகுதி முன்னேறும்போது உலோகத் துண்டு நேர்திசையில் பிழியப்படாமல் எதிர்திசையில் பிழியப்பட்டு, உள்ளீடற்ற முன்பின் நகரும் பகுதியின் உள்ளே தேவைப்படும் வடிவில் கிடைக்கும். எனினும், இம்முறை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப் படவில்லை. இதற்குக் காரணம், உள்ளீடற்ற முன்பின் நகரும் பகுதி வலிமையற்று இருப்பதேயாகும். குழல் வடிவப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்ய, நடுத்தண்டுகள் (mandrels) பயன்படுகின்றன. நடுத்தண்டுகள் இயக்கமற்ற பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

**குளிர்நிலைப் பிழிவு.** குளிர்நிலைப் பிழிவு முறை எஃகுக் கட்டுமான தொழிலகங்களில் மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. இம்முறை ஜெர்மனியில் 1930ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது. எனினும் இரண்டாம் உலகப்போர் முடியும் வரை இம்முறை குறித்த விவரங்கள் வெளியிடப்படவில்லை. எஃகு உலோகங்களுக்கு ஏற்ற இம்முறையில் உயவியாகச் சவர்க்கார நீர்ப் பால்மழும் (soap emulsion) தாவர எண்ணெயும் மேற்பரப்புப் பதமுறைக்கெனப் (surface treatment) பாஸ்ஃபேட் வகை உப்புக் கரைசல்களும் பயன்படுகின்றன.

**பயன்.** இம்முறையில் உருவாக்கப்பட்ட பொருள்கள் வலிமை மிகுந்தவை. தரமான இறுதித் தோற்றம் (good finish), உருவளவில் துல்லியம், குறைவான இறுதி மெருகூட்டல் (machining), குறைந்த அளவு இயக்கவினைகள் (operations) ஆகியவற்றால் இம்முறை சிக்கனமானதாகும்.

இம்முறை பொதுவாகப் பற்பசைக் குழல், நெகிழ்ம குழாய் போன்ற மெல்லிய குழல் வடிவப் பொருள்களைத் தயாரிக்க மிகவும் ஏற்றது. ஏவுகணைத் தொழிற்சாலைகளில் திண்ம உந்து எரிபொருள் தண்டுகள் தயாரிக்க இம்முறையே சில நாடுகளில் கையாளப்பட்டு வருகிறது.

க. வேதுசுரி

## பிள்ளைப்பூச்சி

இது மித வெப்பமான இடங்களில் காணப்படும் நிலவாழ் பூச்சியாகும். பொதுவாக இது வேகமாக ஊர்ந்து செல்லக்

கூடியது. இப்பூச்சி ஆத்தாபிடிரா இனத்தில் கிரில்லோ டால்பிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும்.

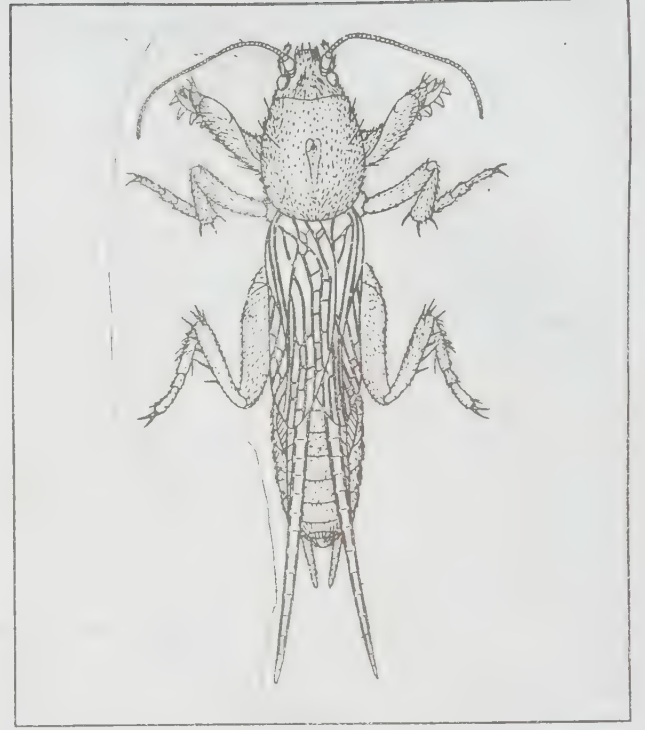
**அமைப்பு.** இது சிறிய கூட்டுக்கண்களையும் கண்டங் களுடன் குட்டையான தலை உணர் கொம்புகளையும் பெற்றிருக்கும். இதன் முன் கால்கள் மண்ணைத் தோண்டுவதற்கும், செடிகளின் வேர்களை நறுக்குவதற்கும் ஏற்ற அமைப்பைக் கொண்டவை. டிபியா அகன்ற விரல்களைப் பெற்றிருக்கும். முன் மார்புக் கண்டம் பெரிதாக இருக்கும். பீரோநோட்டம் தெளிவான அகன்ற தன்மையுடையது. கால்கள் சமமற்று இருக்கும். இறக்கைகள் சிறியவை. பின் இணைக் கால்கள் சுருங்கி வழக்கமான அமைப்புடன் இருக்கும். மலக்குடல் பல நரம்புகள் தாங்கிப் பெரியதாக இருக்கும். காஸ்டோ அருகோடு இருக்கும். இதில் முட்டையிடும் கருவி நீண்டும் சுருங்கியும் இருக்கும். ஆனால் மூன்று இரட்டை அடைப்பிதழ்கள் (valves) உண்டு.

உள்ளிருப்பவை சுருங்கியும் மற்றவை குட்டையான தடிப்பான உறுப்புகளாக மண்ணைத் துளைத்து முட்டையிட வசதியாகவும் மாறியிருக்கும். ஆண் வெளி இனப்பெருக்கத் துணை உறுப்புகள் ஒன்பதாம் கண்டத்தின் அகன்ற கீழ்த்தகட்டால் மறைந்திருக்கும். மலக் கொம்புகள் கண்டங்களற்றும், குட்டையாகவும் இருக்கும்.

உணவுக்குழல் நேராகவும் சிறிது சுருண்டும் இருக்கும். நடு நரம்புத் தொகுதி பொதுவான அமைப்புகளையுடையது. தலை நரம்பணுத்திரங்கள் தவிர மூன்று திரள்கள் மாப்பிலும் நான்கு வயிற்றுக் கண்ட நரம்பணுத் திரள்களைப் பெற்றுள்ளது. வாய் இரைப்பை நரம்பணுத் தொகுதி நன்றாக வளர்ந்திருக்கும். சுவாசக்குழல் தொகுப்பு ஈரிரட்டை மார்பு சுவாசத் துளைகளாலும் 8 இணை வயிற்றுச் சுவாசத் துளைகளாலும் வெளியே திறக்கும்.

**ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள்.** விந்துச்சுரப்பி சவ்வால் சூழப்பட்ட பல பெரிய குழிக்காய்களைக் கொண்ட செறிவான உறுப்பாகும். விந்து நாளம், மலக்கொம்பு நரம்புகளைச் (cercal nerves) சுற்றி, விந்து பீச்சி நாளத்தின் நடுப்படலம் பகுதியைச் சேர்கிறது. விந்து பீச்சி நாளத்தில் இருந்து பல குழல் போன்ற துணை இணைச் சுரப்பிகள் தோன்றுகின்றன. இவை இருந்தால் அவற்றினடியில் விந்துப் பையும் (seminal vesicle) இருக்கும். இறுதியாக விந்து பீச்சி நாளத்தின் வெளிப்படலம் பகுதி புணர்ச்சிப் புடைப்புள் திறக்கும்.

**பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பு.** ஒவ்வொரு சூல்சுரப்பியும் பல பெரிய கிளைத்த சூல்பைகளை



பிள்ளைப்பூச்சி

(ovaricles) உடையது. இவை பக்கவாட்டிலுள்ள சூல் நாளங்களின் பக்கம் முழுமையும் சீப்புப் போன்றோ கொத்துக் கொத்தாக சூல் நாளத்திலிருந்தோ தோன்றியிருக்கும். முட்டைகள் மண்ணுள்ளோ மண் மேலோ தாவரத் திசுக்களிலோ இடப்படுகின்றன. முட்டைகள் நீளமாகவோ, கோள வடிவத்திலோ இருக்கும். இதன் கண்ட அமைப்பு நன்கு புலனாகிறது. இவ்வளர்நிலை மிகக் குறுகிய காலத்தது. இதற்குப் பின் 4 - 6 வளர்நிலைகள் உண்டு.

பத்மனாபன்

ராமகிருஷ்ணன்

## பிளம்

இத்தாவரம் ரோசாசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். பிளம் மரங்களில் சில சிற்றினம் மிகை வளர்ச்சி பெற்று 20 - 30 அடி உயரம் வளரும். பெரும்பாலும் பிளம் சிறிய மரமாகவே காணப்படுகின்றன. சில பிளம் வகைகள் தொங்கும் கிளைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வகைகள் அழகு தாவரமாகக் கருதப்படுகின்றன.

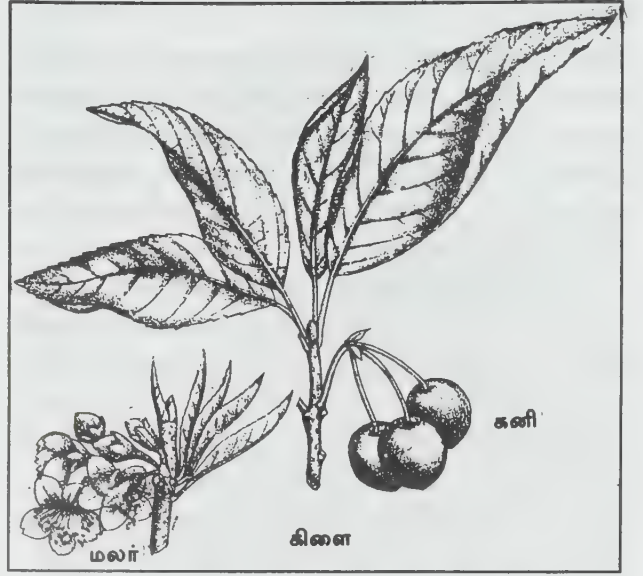


வளரியல்பு. இதன் மலர் மொட்டுகள் தாவரத்தின் கிளைகளிலும் வளர்நுனிப் பகுதியிலும் மைய அச்சின் நுனிப்பகுதியிலும் தோன்றுகின்றன. ஒவ்வொரு மலர்க் கொத்திலும் 1 - 5 மலர்கள் காணப்படுகின்றன. பிளம் மரம் பூத்துக் குலுங்கும்போது மலர்க் கொத்துகள் மரம் முழுதும் பரவிக் காட்சியளிக்கின்றன. பிளம் மலரின் மையப்பகுதியில் பூத்தளம் காணப்படுகிறது. பூத்தளம் உட்கூட்டைப் பெற்றுள்ளது. பூத்தளத்தின் புறவிளிம்புப் பகுதியில் மலரின் புற இதழ்களான புல்லிகளும் அல்லிகளும் காணப்படுகின்றன. அல்லி இதழ் வட்டத்தையடுத்து மலரின் ஆண் பகுதியான மகரந்தக் கேசரங்கள் காணப்படுகின்றன. பூத்தளத்தின் மையப்பகுதியில் சூலகம் அமைந்துள்ளது. மலரின் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற்றுக் கருவுறுதல் முடிந்தவுடன், புல்லிகள், அல்லிகள், மகரந்தக் கேசரங்கள் ஆகியவை உதிர்ந்து விடுகின்றன. சூலகத்தின் கீழ்ப்பகுதி பெருக்கமடைந்து கனியாக மாறுகிறது.

பிளம் கனி பல்வேறு அளவுகளிலும் இளஞ்சிவப்பு திறத்திலும், கரும்சிவப்பு திறத்திலும் காணப்படுகிறது. பிளம் கனிகள் நறுமணமுடையவை. இக்கனி ஒற்றைச் சூலகத்திலிருந்து உருவாகிறது. கனி முதிர்ச்சி அடையும்போது சதைப் பற்றுடையதாகவும் சாறு உடையதாகவும் மாறி விடுகிறது. பிளம் கனி உள் ஒட்டுச் சதைக்கனி (drupe) வகையாகும்.

புருனஸ் சிமோனி (prunus simoni) என்னும் சீனப் பிளம் அழகான இலையமைப்பைக் கொண்டுள்ளனமையால் எழில் தாவரமாக வளர்க்கப்படுகிறது. அமெரிக்கப் பிளம் மரம் அதன் புற அமைப்பைக் கொண்டு பல வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. புருனஸ் அமெரிக்கானா (prunus americana) எனும் அமெரிக்கப் பிளம் மரம் பல்வேறு வகையான தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளது. இம்மரம் ஐரோப்பா வகைப் பிளம் மரம் போன்று அடர்த்தியாக வளர்ச்சி பெறாமல், தடிமனான, பழுப்பு நிறமான மரப்பட்டைகளுடன் வளர்கிறது. இம்மரத்தில் தோன்றும் கனிகள் சிவப்பு, மஞ்சள் கலந்த சிவப்பு ஆகிய நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. கனியின் உறை தடிமனாகவும், சதைப்பற்று உடையதாகவும் காணப்படுகின்றன. அமெரிக்காவின் மையப் பகுதிகளிலும், கனடா நாட்டிலும் புருனஸ் நைகரா (prunus nigra) என்னும் பிளம் வகை விளைகிறது.

பிளம் வளர்ப்பு. அமெரிக்கக் கனித் தோட்டங்களில் 12 வகையான பிளம் மரங்கள் பயிராக்கப்படுகின்றன. புருனஸ் டொமஸ்டிகா, புருனஸ் இன்சிட்யா, புருனஸ் சாலிசினா, புருனஸ் அமெரிக்கானா எனும் நான்கு வகைகளே பெரும்பாலும் கனிச்சாறு தயாரிக்கவும் உலர் கனி உற்பத்திக்கும் வளர்க்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் கலப்பின வகைப் பிளம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இப்பிளம் மரம் குளிர் பகுதிக்கு



பிளம் (Prunus armeniaca)

ஏற்றதாக அமைந்துள்ளது. பிளம் மர வளர்ப்பு மண் வளம் காக்கவும், மண் அரிப்பைத் தடுக்கவும் உதவுகிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் கவாத்து வெட்டுவதால் பிளம் மரங்களில் பூக்கள் மிகுந்து கனிகள் மிகுதியாகத் தோன்றுகின்றன.

பூச்சிகளும் நோய்களும். பிளம் மரம் எண்ணிக்கையற்ற பல பூச்சிகளாலும் நோய் நுண்ணுயிரிகளாலும் தாக்கப்படுவதால் அம்மரத்தின் கனி உற்பத்தி பாதிக்கப்படுகிறது. பூச்சிக்கொல்லி, பூசண மருந்துகள் தெளிப்பதன் மூலமே இவை கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. கர்குலியோ என்னும் நோய் பிளம் கனிகளைக் கடுமையாகத் தாக்குகிறது. மிகச் சிறிய வண்டு, கனியில் சிறிய முட்டைகளை இடும். இம்முட்டைகளிலிருந்து வெளியேறி வளரும் பூழுக்கள் கனியை உண்டு விரைவில் உதிர்ச் செய்துவிடுகின்றன. அறுவடைக் காலத்திற்கு முன்பே கனிகள் அனைத்தும் இந்நோயால் உதிர்ந்து விடுகின்றன. இதனைத் தடுத்ததாகம் கலந்த அர்சனைட் மருந்தைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் பூசணத்தால் பழுப்பு நிற அழகல் நோய் கனியில் தோன்றுகிறது. இந்நோய் உண்டான இடத்தின் வழியாக வண்டுகள் உள்ளே சென்று முட்டைகளை இடுகின்றன. தாமிரம் மற்றும் கந்தகம் கலந்த பூசணக் கொல்லிகளைத் தகுந்த காலத்தில் தெளிப்பதால் இந்நோயைக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் கொண்டு வர இயலும்.

சிவ. கார்த்திகேயன்

## ஃபிளமிங், சர் அலெக்சாண்டர்

இவர் ஸ்காட்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த பாக்கீரிய வல்லுநர் (bacteriologist) ஆவார். தொற்று நோய்க்கெதிராக இன்று உலகம் முழுதும் பயன்படுத்தப்படும் திறன்மிகு நுண்ணுயிர் எதிரியான (antibiotic) பெனிகிலின் எனும் மருந்தை 1928 ஆம் ஆண்டு சர் அலெக்சாண்டர் ஃபிளமிங் (Sir Alexander Fleming) கண்டுபிடித்தார். இவர் லோக் ஃபில்ட் என்னும் இடத்தில் 1881ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் திங்கள் 6ஆம் நாள் பிறந்தார். ஃபிளமிங் 1945ஆம் ஆண்டு உடலியங்கியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கு வழங்கப்பட்ட நோபல் பரிசை எர்னஸ்ட் போரிஸ் செயின், ஹவார்ட் வால்ட்டர் ஃபுளோரி ஆகியோருடன் இணைந்து பெற்றார். பின்னர் குறிப்பிடப்பட்ட இருவரும் 1939ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் ஃபிளமிங்கின் அடிப்படைக் கண்டுபிடிப்பான பென்சீலின் குறித்து மேலும் ஆராய்ந்து அதனைப் பிரித்தெடுத்து, தூய்மையாக்கி, ஆய்வு மூலம் அதன் செயல்திறனை விரிவாக விளக்கினார்.

லண்டன் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த செயின்ட் மேரி மருத்துவமனைப் பள்ளியில் பட்டபடிப்பை 1906ஆம் ஆண்டு முடித்த ஃபிளமிங் மனிதத் திசுக்களுக்குக் கேடு விளைவிக்காத பாக்கீரியா எதிர்ப்பொருள்கள் குறித்து ஆய்வு செய்யத் தொடங்கினார். முதலாம் உலகப் போரின் போது ராயல் ராணுவ மருத்துவமனையில் சேர்ந்து, அங்கும் தன் நுண்ணுயிர் எதிர்பொருள் ஆய்வுகளை தொடர்ந்து திகழ்த்தலானார். 1918இல் மீண்டும் செயின்ட் மேரிஸ் மருத்துவமனைப் பள்ளிக்குத் திரும்பி ஆசிரியப் பணியையும்,



ஆராய்ச்சியையும் தொடர்ந்தார். ராயல் அறுவை மருத்துவத் கல்லூரியில் 1928ஆம் ஆண்டு துணைப் பேராசிரியராகச் சேர்ந்தார்.

1921ஆம் ஆண்டு சில விலங்கினங்களின் திசுக்கள் மற்றும் கண்ணீர், எச்சில் போன்ற சுரப்புகளில் காணப்படும் லைசோசைம் எனும் நொதியைப் பிரித்தெடுத்தார். இது நுண்ணுயிர் எதிர்த்திறன் கொண்டது. 1928இல் ஸ்டெபைலோ காக்கஸ் பாக்டீரியாவில் ஆய்வுகள் மேற்கொண்டிருக்கும்போது அந்தப் பூசணத்தைச் சுற்றி ஸ்டெபைலோ காக்கை வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பாக்கீரியா இராத சூழல் (பென்சீலியம் நொட்டாட்டம் எனும் பூசண விதைகள்) இருப்பதை ஃபிளமிங் கண்டுபிடித்தார். மேலும் இது தொடர்பாக ஆய்வு செய்கையில் பூசணத்தில் இருக்கும் ஒரு வகைப்பொருள் அதை 800 மடங்கு நீர்த்தலாக்கும் போது பாக்கீரியா வளர்ச்சியிலிருந்து தடுக்கிறது என்று குறிப்பிட்டார். ஓராண்டுக்குப் பின் தன் ஆய்வு முடிவுகளை 'British Journal of Experiment Pathology' எனும் ஆய்வேட்டில் வெளியிட்டார். 1943ஆம் ஆண்டு ஃபிளமிங் ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1943ஆம் ஆண்டு நைட் (knight) என்னும் விருது அவருக்கு வழங்கப்பட்டது. ஃபிளமிங் லண்டனில் 1955ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 11 ஆம் நாள் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

## பிளவு நிகழ்ச்சி

காண்க: அணுக்கருப் பிளப்பு

## பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு

பாறைகளில் காணப்படும் பிளவு தளங்களின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள பாறைகளும் எதிரெதிராக நகர்ந்தவாறு இருந்தால் அப்பிளவுத் தளங்களுக்குப் பிளவுப் பெயர்ச்சித் தளங்கள் என்றும், இத்தகைய பாறை அமைப்புக்குப் பிளவுப் பெயர்ச்சி (fault) என்றும் பெயர். இரண்டு பாறைப் பிளவுகளுக்கு இடையேயுள்ள பாளப் பகுதி கீழே தாழ்ந்தவாறு இடம் பெயர்ந்து இருந்தால் பிளவிடைப் பள்ளம் (graben) என்று பெயர் பெறும். இத்தகைய பிளவிடைப் பள்ளங்கள் மிக நீண்டுக் காணப்படும்போது அவை பிளவுப்



பள்ளத்தாக்குகளாகக் (rift valley) |காட்சியளிக்கின்றன. இத்தகைய பள்ளத்தாக்குகளின் தரை தட்டையாகவும், பக்கங்கள் செங்குத்தாகவும் அமையும். இவற்றின் அகலம் 30 கி. மீட்டருக்கு மேல் இருப்பதில்லை. இவை பல கி.மீ. நீளம் உடையவை. எடுத்துக்காட்டாக மையரைப் பகுதி, ஜோர்னின் - சாக்கடல் மற்றும் வட - கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள பல ஏரிகளைக் கொண்ட பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளைக் கூறலாம்.

ஆப்பிரிக்கா கண்டத்தின் பீடபூமிப் பகுதியில் கிழக்கு - மைய பகுதியே மிக உயரமானது. இப்பீடபூமி அபிசீனியன் மலைகளில் தொடங்கித் தெற்கு நோக்கி ஏரிகளைக் கொண்ட ஒரு நிலப் பகுதியினூடே செல்கிறது. இப்பகுதி தட்டையான சம தளமாக உள்ளது. இது பல படலங்களாக பாறைக்குழம்பு இறுகியவாறுள்ள ஏரியில் பாறைகளால் ஆனது. இப்பகுதியின் நீளவாட்டில் பல பிளவுப் பள்ளத்தாக்குத் தொகுப்புகள் உள்ளன. இத் தொகுப்புகள் மையத் தரைக்கடலின் கிழக்கு முனையில் உள்ள லெபனானில் இருந்து ஏறத்தாழ 2000 கி.மீ. தொலைவு தெற்கு நோக்கிச் செங்கடல் ஊடாக மைய ஆப்பிரிக்கா வரை நீடித்துள்ளன. ஆப்பிரிக்காவில் நீள வாட்டான வடிவம் கொண்ட ஏரிகள் இரண்டு கிளைகளாக அமைந்துள்ளன. மேற்குக் கிளையில் ஆல்பெர்ட், எட்வர்ட், தங்கனியகா ஆகிய ஏரிகளும் கிழக்குக் கிளையில் ரூட்டால்ஃப், நியாசா ஆகிய ஏரிகளும் உள்ளன. இவ்விரு பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு இடையே உள்ள நிலமேசைப் பகுதியில் (table land) விக்டோரியா ஏரி உள்ளது. உலகின் பல பகுதிகளில் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் காணப்பட்டாலும் ஆப்பிரிக்கப் பகுதியே எழில் மிக்கதாகும்.

நிலப் பொதியியல் நிலப் படங்களில் வரையப்பட்டுள்ள பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளை இணைக்கும் நீளவாட்டக் கோடுகளுக்கு இடையே 30 கி.மீட்டருக்குக் குறைவான இடைவெளி இருப்பதில்லை. இதற்கு ஒரு சான்றைக் காணலாம். ரொட்டி போன்ற பொருளைச் சிறு துண்டுகளாக உடைத்துக் கொண்டே வந்தால் அப்பொருளின் தடிமனுக்கும் குறைந்த அளவுள்ள துண்டாகப் பிட்டு உடைக்க முடியாது. துகளாக்கவே முடியும். புவிப்பொருக்கின் தடிமனும் ஏறத்தாழ 30 கி.மீ உள்ளமையாலேயே இயற்கையில் ஏற்படும் நிலப் பிளவுகள் முப்பதுக்கும் குறைவான இடைவெளியில் அமைவதில்லை. இந்த உண்மையை நில அதிர்ச்சி ஆய்வுகளும் வெளிப்படுத்துகின்றன.

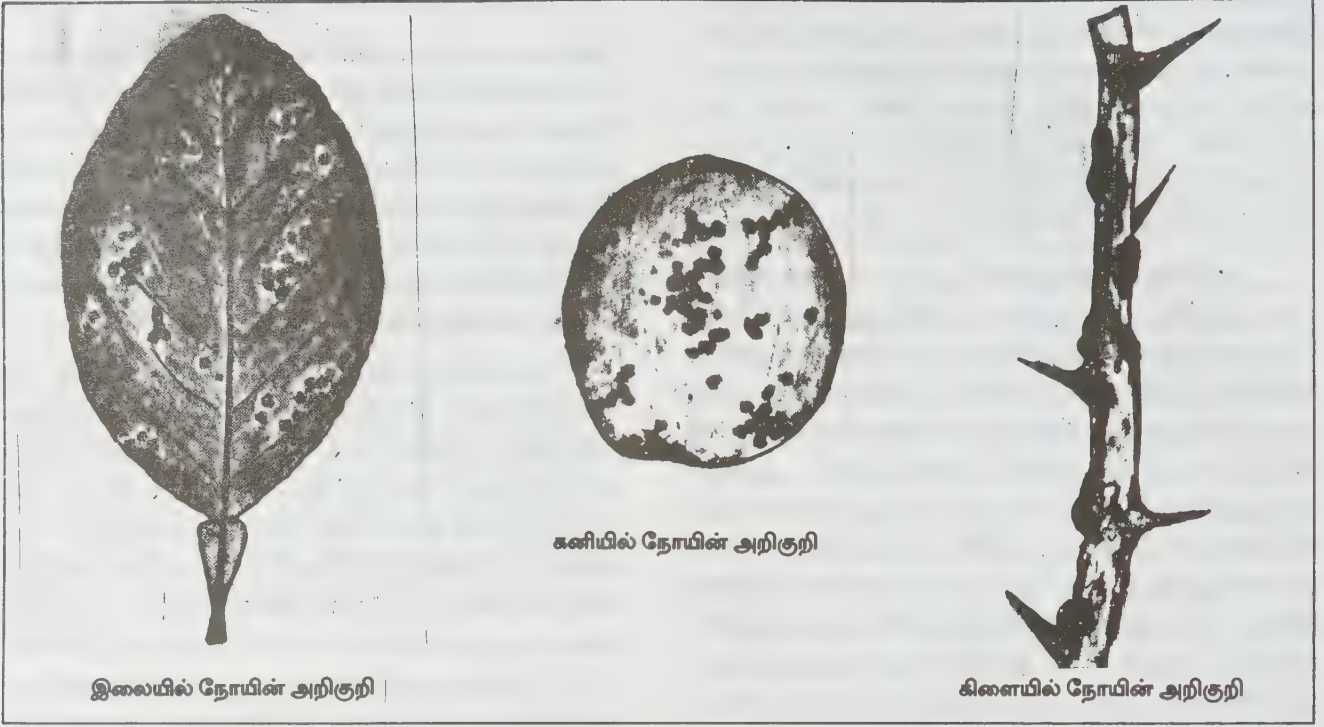
ம.ச. ஆனந்த்

## பிளவை நோய்

இந்நோய் எலுமிச்சை வகை மரங்களில் தோன்றுவதாகும். பிளவை நோய் (canker disease) முதன் முதலாக சீனாவில் தோன்றி அங்கிருந்து ஐரோப்பாவிற்கும், அமெரிக்காவிற்கும் பரவியதாகக் கருதப்படுகிறது. நாளடைவில் இந்நோய் அனைத்து நாடுகளிலும் தோன்றி எலுமிச்சை விளைச்சலையும் தரத்தையும் குறைத்துவிட்டது. இந்தியாவில் தமிழ்நாடு, அசாம், ஆந்திரப்பிரதேசம், கர்நாடகம், பஞ்சாப் ஆகிய மாநிலங்களில் இந்நோய் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

பிளவைநோய் சேந்தோமோனஸ் சேம்பெஸ்ட்ரீஸ் பி.வி (xanthomonas campestris PV) என்னும் பாக்டீரியத்தால் ஏற்படுகிறது. இலை, கிளை, கனி போன்றவற்றில் நோயின் அறிகுறி காணப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் நீர் ஊறிய சிறிய வட்டப் புள்ளிகள் இலைகளில் தோன்றுகின்றன. அப்புள்ளிகள் இலைப் பரப்பிலிருந்து சிறிது மேடாக மஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படுகின்றன. முதலில் இலைகளின் அடிப்புறத்திலும் பின்பு மேற்புறத்திலும் இப்புள்ளிகள் தெரிகின்றன. புள்ளிகள் பின்பு வெண்மையான தோற்றத்தை அடைந்து நாளடைவில் பெரிதாவதுடன் பழுப்பு நிறமாகவும் மாறுகின்றன. மேற்பகுதியில் புள்ளியின் நடுவில் குண்டுசியின் தலைப்பகுதியைப் போலச் சிறிது தடித்து இருக்கும். புள்ளிகளில் சிறிய வெடிப்புகளும் தோன்றலாம். புள்ளியைச் சுற்றிலும் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறம் கொண்ட வெளிவட்டம் காணப்படுகிறது. இப்புள்ளிகள் நாளடைவில் ஒன்றொடொன்று இணைந்து ஒழுங்கற்ற வடிவத்தையுடைய பெரிய கொப்புளங்களாகத் தோன்றுகின்றன. கனிகளில் ஏற்படும் புள்ளிகள் பெரும்பாலும் இலைகளில் தோன்றுபவை போலவே காணப்படுகின்றன. முதிர்ந்த கிளைகளில் ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்ட பெரிய புள்ளிகள் உண்டாகின்றன. கனிகளில் தோன்றிய புள்ளிகள் ஒன்றொடொன்று இணைந்து அருவெறுப்பான தோற்றத்தைக் கொடுப்பதால் கனிகளின் விற்பனைத் தரம் குறைந்து விடுகிறது. இலைக்காம்பிலும் நடுநரம்பிலும் புள்ளிகள் ஏற்பட்டு இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. இளம் கிளைகள் தாக்கப்பட்டால் முறிந்து விடுகின்றன. முதிர்ந்த மரங்களை விட இளஞ்செடிகளே இந்நோயால் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன.

எலுமிச்சை வகை மரங்களில் தோன்றும் பிளவை நோயின் தீவிரத் தன்மை சாகுபடி செய்யப்படும் வகைகளைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. வாஷிங்டன் நேவல், மொசாம்பி போன்ற சாத்துக்குடி வகை, சின்னப் பம்பளிமாஸ் முட்டை வடிவ எலுமிச்சை வகை முதலியன இந்நோயால் பெரிதும்



இலையில் நோயின் அறிகுறி

கனியில் நோயின் அறிகுறி

கிளையில் நோயின் அறிகுறி

### பிளவை நோய்

பாதிக்கப்படுகின்றன. வேலன்சியா என்னும் சாத்துக்குடி வகை, காசி என்னும் கமலா ஆரஞ்சு வகை, ரொபாப் டெங்கா என்னும் பம்பளிமாஸ் வகை முதலியன அரிதாக இந்நோயால் தாக்கமுறுகின்றன. சோமின்டாங் என்னும் நார்த்தை வகை, காரும் ஜமீர் என்னும் புளிப்பு ஆரஞ்சு வகை முதலியன இந்நோயினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

**பரவுதல்.** இலைத்துளை வழியாகவும், காற்றினால் இளங்கிளைகளிலுள்ள முள்களுடன் இலைகள் உரசும்போதும், பூச்சிகளின் தாக்குதலாலும் இந்நோய் ஏற்படும். வெட்டுகள் வழியாகவும் இந்நோயை ஏற்படுத்தும் பாக்டீரியா உட்செல்கிறது. திசுவறைகளில் இடைவெளியில் பாக்டீரியா பெருக்கமடைந்து பரவுகிறது. மிகுதியாக ஈரதிலையும் ஓரளவு வெப்பதிலையும் சேர்ந்துள்ள காலதிலையில் இந்நோய் வேகமாகவும் மிகுதியாகவும் பரவும் தன்மையுடையது. பெரும்பாலும் 20-30°C வெப்பமுள்ள காலதிலையில் இடையிடையே மழை பெய்தால் இந்நோய் எளிதில் பரவி விடுகிறது. 'எலுமிச்சைச் செடியில் குறைந்த அளவு 20 நிமிடங்கள் ஈரம் இருந்தால் மட்டுமே நோய் காரணியின் தொற்று ஏற்படலாம். மண்ணிலோ மண்ணில் விழுந்து கிடக்கும் நோய் கண்ட பகுதிகளிலோ நோய்க்காரணி உயிர் வாழ்வதில்லை.

ஏனெனில் இந்நோய்க்காரணிக்கு எதிராகச் செயல்படும் பல்வேறு பூண்ணுயிரிகள் இயற்கையிலேயே மண்ணில் கலந்திருப்பதால் அவற்றால் அழிக்கப்படுகின்றன. நோயால் தாக்கப்பட்ட கிளைகளில் நோய்க் காரணியான பாக்டீரியா நீண்ட காலம் அழியாமல் இருக்கிறது. இப்பகுதிகளில் வேகமாக விழுந்து சிதறும் மழைத் துளிகளுடன் இந்நோயை உண்டாக்கும் பாக்டீரியாவும் சிதறுகிறது. இலையை துளைக்கும் புழுக்களால் பாக்டீரியா, கொப்புளங்களிலிருந்து வெளிப்பட்டுப் பரவுகிறது. நோய்க்கண்ட இளஞ்செடிகளைப் பிற இடங்களுக்குக் கொண்டு சென்று நடுவதால் மிக எளிதாக இந்நோய் அவ்விடங்களிலும் பரவுகிறது.

**கட்டுப்பாடு.** நோயின் அறிகுறி தோன்றியவுடன் தாக்கப்பட்ட இளஞ்செடிகளை அழித்துவிட வேண்டும். நோய் கண்ட செடிகளை கனித் தோட்டங்களுக்குக் கொண்டு வந்து நடுதல் கூடாது. கனித் தோட்டங்களில் நடுவதற்கு முன்பாகவே நடப் பயன்படுத்தும் கன்றுகளின் மீது 1% போர்டோக் கலவையைத் தெளித்தல் வேண்டும். நடப்பின் நோய் தோன்றினால் நோய் கண்ட பகுதிகளை வெட்டி எரித்துவிட வேண்டும். வெட்டப்பட்ட பகுதிகளை வெட்டி எரித்துவிட வேண்டும். வெட்டப்பட்ட பகுதிகளில் போர்டோப்பசையைத்



தடவ வேண்டும். தொடர்ந்து 15 நாட்களுக்கு ஒருமுறை அதை தெளித்து வருதல் சிறந்தது. மழைக்காலத்தில் மருந்தடித்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. இலைத்துளைப்பான்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கேற்ற முறையில் பூச்சிக்கொல்லிகளைத் தெளித்து வருதல், நோய் பரவுதலைக் குறைக்க உதவும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும் இலைத்துளைப்பான் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும் வேப்பம்புண்ணாக்கு ஓரளவு பயன்படுகிறது. ஹெக்டேருக்கு ஏறத்தாழ 15 கி.கி வேப்பம்புண்ணாக்கு தேவைப்படும். வேப்பம்புண்ணாக்கை நீரில் ஊறவைத்துக் கரைத்து ஓரிரவு வைத்திருந்து வடிகட்டி எலுமிச்சை மரங்களில் தெளிக்க வேண்டும். மூன்று வார இடைவெளிகளில் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை வேப்பம்பிண்ணாக்குக் கரைசலைத் தெளிப்பது மிகவும் பயனுள்ளது. ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் சல்பேட் 1 கிராமம், 1-2 லி. நீரில் கரைத்து அக்கரைசலை இலைகளின் மீது தெளித்து இந்நோயை கட்டுப்படுத்தலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## பிளாக் தேற்றம்

இது படிக அணிக்கோவையில் உள்ள அணுக்களின் அலைவு மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்களின் அலைச்சார்பை விளக்கும் தேற்றம் ஆகும். கட்டற்ற எலெக்ட்ரான் கொள்கைப்படி, உலோகங்களில் மாறா மின்னழுத்தங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் அலைச்சார்பு  $\psi(r) = \psi e^{\pm ikr}$  என்னும் சமதள அலை வடிவத்தில் இருக்கும். ஆனால் படிக அணிக் கோவையில் அணுக்களின் மின்னழுத்தம்  $V(x) = V(x+a)$  என்று 'a' அலைவு இடைவெளியுடன் மாறுகிறது. இந்த ஒற்றைப் பரிமாண அலைவு மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் எலெக்ட்ரானின் சுரோடிஞ்சர் சமன்பாடு,

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{h^2} (E - V(x)) \psi = 0$$

ஆகும்.

இச்சமன்பாட்டைத் தீர்வு செய்தால் கிடைக்கும் அலைச்சார்பு  $\psi(r) = u_k^{(r)} e^{ikr}$  ஆகும்.  $u_k^{(r)} = u_k^{(r+a)}$  என்பது மின்னழுத்தத்தின் அலைவுத்தன்மை கொண்ட அலைச்சார்பு  $e^{ikr}$  என்பது சமதள அலைச்சார்பு. எனவே படிக அணிக் கோவையில் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்களின் அலைச்சார்பு அணிக்கோவையின் அலைவுத்தன்மை கொண்ட அலைச்

சார்பால் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட சமதள அலையாகும். இதுவே பிளாக் தேற்றம் அல்லது புளோகுட் (floquet) தேற்றம் எனப்படும். அந்த அலைச்சார்பு பிளாக் அலைச்சார்பு எனப்படும்.

வெ. ராதாகிருஷ்ணன்

## பிளாங்க் கதிரியக்க விதி

மாக்ஸ் பிளாங்க் என்பார் குவாண்டம் கொள்கை என்னும் புதிய புரட்சிக்கருத்தைக் கொண்டு கரும்பொருள் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் பங்கீட்டிற்கான சரியான விதியை வரையறுத்தார். அக்கருத்தின்படி கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு தொடர்ச்சியாக அமையாமல் சிறுசிறு சிப்பங்களாக (packets) வெளியிடப்படுகிறது. இது குவாண்டம் அல்லது ஃபோட்டான் எனப்படுகிறது. மேலும் கதிர்வீச்சு ஒன்றின் அதிர்வெண்  $\gamma$  எனில் இக்கதிர்வீச்சுக்குரிய ஃபோட்டான் ஒவ்வொன்றும்  $E = h\gamma$  என்னும் ஆற்றலைத் தாங்கித் செல்கிறது; h என்பது பிளாங்க் மாறிலி.

குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் கரும்பொருள் நிறமாலையின் ஆற்றல் பங்கீட்டிற்கான தொடர்பு  $E_\lambda = C_1 \lambda^{-5} f(\lambda T)$  இல் சார்பு  $f(\lambda T)$ க்குத் தெளிவான தொடர்பை வருவித்தார். அத்தொடர்பு  $E_\lambda = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2/\lambda T} - 1)$  ஆகும்.

இங்கு  $E_\lambda$  என்பது T வெப்பநிலையிலமைந்த ஓர் உள்ளிடத்தில் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் அடர்த்தி;  $C_1 = 8\pi hc$ ;  $C_2 = hc/k$ ; C என்பது கதிர்வீச்சின் திசைவேகம்.

மேலும்  $C_1$ ,  $C_2$  மதிப்புகளைப் பிரதியிட,

$$E_\lambda = 8\pi hc \lambda^{-5} (e^{hc/k\lambda T} - 1)^{-1}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{எனப் பிரதியிட்டால்,}$$

$$E_\lambda = 8\pi \lambda^{-4} \frac{E}{e^{E/kT} - 1}$$

$\lambda$ ,  $\lambda + d\lambda$  அலை நீளங்களுக்கிடையில் அதிர்வுகளின் மொத்த ஆற்றல்

$$E_\lambda d\lambda = 8\pi \lambda^{-4} d\lambda \frac{E}{e^{E/kT} - 1}$$

குவாண்டம் கொள்கையின்படி  $E = h\gamma = hc/\lambda$ .

எனவே மொத்த ஆற்றல்  $E_\lambda d\lambda = dt$

$$dE = \frac{8\pi}{\lambda^4} \frac{hc/\lambda}{ehc/k\lambda T - 1} d\lambda$$

மேலும்  $hc/k\lambda T = x$  எனில்

$$dE = \frac{8\pi}{\lambda^4} \frac{xk\lambda T/\lambda}{(e^x - 1)} d\lambda$$

$$dE = \frac{8\pi kT}{\lambda^4} \frac{x}{(e^x - 1)} d\lambda$$

இத்தொடர்பு ஆய்வு முடிவுகளுடன் முற்றிலும் பொருந்துகிறது. இது பிளாங்கின் கதிர்வீச்சுத் தொடர்பு எனப்படுகிறது.

பெ. துரைசாமி

## பிளாங்க் மாறிலி

அடிப்படைக் குவாண்டம் செயலை விளக்கப் பயன்படும் ஓர் அடிப்படை இயற்பியல் மாறிலி பிளாங்க் மாறிலி (Planck's Constant) ஆகும். இங்குக் குவாண்டம் செயல் என்பது ஆற்றல், நேரம் இவற்றின் பெருக்கல் என வரையறுக்கப் படுகிறது. இது 1900இல் மாக்ஸ் பிளாங்க் என்பாரால் வெளியிடப்பட்டது. இதன் மதிப்பு  $h = 6.6256 \times 10^{-34}$  எர்க் நொடி அல்லது  $6.6256 \times 10^{-34}$  ஜூல் - நொடி. குறியீடு  $\hbar$  என்பது  $h$  எனப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இயற்பியல் பயன்பாடுகளில்  $h$  எனப் பயன்படுகிறது.  $h$  இன் மதிப்பு  $\hbar = h/2\pi$ . இங்கு  $\pi = 3.1416$ .

இதைப் பயன்படுத்திப் பிளாங்க் கதிரியக்க விதியைத் தருவித்தது இதன் தனிச்சிறப்பாகும்.  $h$ ஐக் கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்ணுடன் பெருக்க ஆற்றல் கட்டு கிடைக்கிறது. இது ஆற்றல் குவாண்டம் என்படுகிறது. எந்தவோர் அலை நீளத்திலிருக்கும் கதிர்வீச்சு ஆற்றலும் இந்த ஆற்றலின் மடங்குகளாகவே காணப்படும். இவ்வாறு ஆற்றல் குவாண்டமாக்கப்படுகிறது. இயற்பியல் கோட்பாடுகளில் பிளாங்க்கின் காலம் வரை இது ஓர் அடிப்படைக் கருத்து மாற்றமாகவே இருந்தது. ஆய்வு முடிவுகளுக்குப் பொருந்துமாறு பிளாங்க் கதிர்வீச்சு விதியை வருவித்தார். பிளாங்க் மாறிலியால் குவாண்டமாக்கல் ஆற்றல் குறிப்பிடப்படுகிறது. புதிய இயற்பியலில் பல கருத்துகளைத் தெளிவாக்க இது அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. வெளியிடப்படும் கதிர்வீச்சின்

அதிர்வெண்  $\gamma$ , குவாண்டமாக்கப்பட்ட  $\Delta E$  ஆற்றல் உடன் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது.

$$\Delta E = h\gamma$$

1905க்குப் பிறகு ஜன்ஸ்டனின் ஒளிமின் விளைவின் (photoelectric effect) கருத்துகள் வெளியானபோதுதான் ஆற்றல் குவாண்டமாக்கல் கருத்து பொதுவாக அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. பின்னர் காம்டன் என்பாரால்  $\lambda$  அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்தக் குவாண்டாவின் உந்தம்  $P = h/\lambda$  எனத் தொடர்புபடுத்தப்பட்டது.

பெ. துரைசாமி

## பிளாங்க், மேக்ஸ் (கார்ல் எர்னஸ்ட் லுட்விக்)

இவர் மேற்கு ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த இயற்பியலாராவார். குவாண்டம் கொள்கையை இயற்பியலில் அறிமுகப் படுத்தியவர் இவரே. 1918ஆம் ஆண்டு இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசு இவருக்கு வழங்கப்பட்டது. மேக்ஸ் (கார்ல், எர்னஸ்ட் லுட்விக்) பிளாங்க் (Max Karl Ernst Ludwig Planck) கில் என்னும் இடத்தில் 1858ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 23ஆம் நாள் பிறந்தார்.

பிளாங்க்கின் முன்னோர் சிறந்த கல்வியாளர்களாகவும், வழக்குரைஞர்களாகவும் பொதுநலச் சேவையாளர்களாகவும் விளங்கினர். மியூனிச்சிலுள்ள மேக்சிமில்லன் சிம்னாசியம் என்னும் இடத்தில் பிளாங்க் அறிவியலை முதன்மைப் பாடமாகக் கொண்டு படித்தார். அறிவியலுக்குத் தவிர இசையிலும், இவருக்கு மிகுந்த ஈடுபாடு இருந்தது. இவர் பெர்லின் நகரில் இருந்த வான்ஹெம்ஹோல்ட்டு, கிரிச்சாப் போன்ற சிறந்த அறிவியலாருடன் சேர்ந்து கல்வி கற்க வேண்டும் என்னும் ஆர்வத்தில் அங்குச் சென்றார். பின்னர் மியூனிச் திரும்பி வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியில் (Second law of thermodynamics) ஆய்வு செய்து 1879ஆம் ஆண்டு முனைவர் பட்டம் பெற்றார். 1880இல் மியூனிச் பல்கலைக்கழகத்தில் 'Privat-Dozent' ஆகவும், பின்னர் 1885ஆம் ஆண்டு கீல் நகரில் சிறந்த கோட்பாட்டியல் இயற்பியல் பேராசிரியராகவும் பொறுப்பேற்றார். இரண்டாண்டுகளுக்குப் பின்னர் பெர்லினில் கோட்பாட்டியல் இயற்பியலின் பேராசிரியராகப் பணியமர்த்தப் பட்டார். தம் இறுதிக் காலம் வரை அவர் இங்கேயே இருந்தார். 1930 ஆம் ஆண்டு பெர்லின் நகரில் அமைந்திருந்த இரண்டாம் கெய்சர் வெல்ஹெல்ம் கழகத்தின் (Kaiser Wilhelm society) தலைவராகப் பொறுப்பேற்றார். உலகப் போருக்குப் பின்னர்



இக்கழகம் மேக்ஸ் பிளாங் கழகம் என்று பெயர் மாற்றம் செய்யப்பட்டது.

1900ஆம் ஆண்டு பிளாங், கருப்பொருளிலிருந்து (black body) வெளிப்படும் வெப்பக் கதிர்வீச்சுக்கான சரியான கணித விளக்கத்தை உருவாக்கினார். அவர் இத்தகைய கதிர்வீச்சுத் தொடர்ச்சியில்லா ஆற்றல் (discrete energy) ஈடுபடும் வெப்ப உமிழ்தல் அல்லது வெளிப்பாடு தேவை என விளக்கினார். இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகள் குவாண்டம் இயற்பியலின் வளர்ச்சிக்கு அடிகோலியதுடன், பிளாங் நோபல் பரிசு பெறுவதற்குக் காரணமாகவும் அமைந்தன. பிளாங் மேற்கு ஜெர்மனி நாட்டில் காட்டின் ஜென் என்னும் இடத்தில் 1947ஆம் ஆண்டு அக்டோபர்த் திங்கள் நான்காம் நாள் மரணமடைந்தார்.

த. தெய்வீகன்

## பிளாட்டிப்பஸ்

உலகில் வாழும் பாலூட்டிகளுள் பிளாட்டிப்பஸ் (ornithorhynchus anatinus) எக்கிட்னா ஆகிய இரண்டு இனங்களும் முட்டையிடுபவை. விந்தையான தோற்றமுடைய பிளாட்டிப்பஸ் ஆஸ்திரேலியாவிலும் டாஸ்மேனியாவிலும் காணப்படுகின்றன.

பிளாட்டிப்பஸ் நிலநீர் வாழ்வை (semiaquatic life) மேற்கொண்டுள்ளால் நீர் நிலைகளுக்கருகில் வாழ்கிறது. இதன் உடல் 60 செ.மீ. நீளமும் 3 கி.கி. எடையும் உடையது. ஆண் பிளாட்டிப்பஸ் பெண்ணை விட உருவில் பெரியது. நிலநீர் வாழ்வுக்கு ஏற்ற தகவமைப்புகளைக் கொண்டது.

பிளாட்டிப்பஸ் முதன்முதலில் 1794இல் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட போது இதன் விந்தையான தோற்றம் விலங்கியலாரிடையே பெரும் பரபரப்பை ஏற்படுத்தியது. பிளாட்டிப்பஸ், பாலூட்டி வகுப்பில் முதல் பாலூட்டி எனப்படும் புரொட்டோத்தீரியா உள்வகுப்பில் மோனோட்ரெமெட்டா எனப்படும் முட்டையிடும் பாலூட்டி வரிசையில், பிளாட்டிப்பஸ் குடும்பமான ஆர்னித்தோரிங்கிடே குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

இதன் உடல் முழுதும் அடர்ந்த மயிரால் மூடப்பட்டுள்ளது. தளர்ந்த இதன் தோலால் இவ்விலங்கு பீப்பாய் போலத் தோற்றமளிக்கிறது. உடல் நிறம் பழுப்பிலிருந்து கறுப்பு வரை வேறுபடுகிறது. இதன் கீழ்ப்பக்கம் வெள்ளி நிறமானது. முகத்தின் நுனிப்பகுதியில் வாத்தின் அலகைப் போன்ற அலகு நீட்சியைப்

பெற்றுள்ளமையால், பிளாட்டிப்பஸ் வாத்தலகு (duck bill) என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இதன் அலகு தோலால் மூடப்பட்டுள்ளது. குட்டையான கால்களில் கூர்நகங்களும் விரலிடைப்படலமும் உள்ளன. விரல்களுக்குப் பால் நீண்டுள்ள விரலிடைப்படலம் பிளாட்டிப்பஸ் நீரில் எளிதாக நீந்திச் செல்லப் பயன்படுகிறது. நிலத்தில் குழி தோண்டும் போது விரலிடைப்படலம் தடையேற்படுத்தாதவாறு மடித்து வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தலையின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள பள்ளங்களில் காதுத் துளைகளும் கண்களும் அமைந்துள்ளன. விலங்கு நீரில் மூழ்கும்போது இப்பகுதியை மூடிக் கொள்கிறது. குட்டிகளில் பற்கள் காணப்படுகின்றன. குட்டி வளரும்போது பற்கள் மறைந்து, தாடைகளின் உறுதியான வரிமேடுகள் உண்டாகின்றன. இதன் தட்டையான வால் நீந்தும்போது துடுப்புப் போன்று செயல்படுகிறது.

ஆண் பிளாட்டிப்பஸின் பின் கால் ஒவ்வொன்றிலும் கணுக்கால் பகுதியில் உட்புழையுடைய குதிமுள் (spur) ஒன்று உள்ளது. இது நச்சுச் சுரப்பியுடன் தொடர்புடையது. பாலூட்டிகளுள் ஆண் பிளாட்டிப்பஸ் மட்டுமே நச்சுத்தன்மை கொண்டது. இடையூறு ஏற்படுத்தும் எதிரிகளின் உடலைக் கீறிக் காயப்படுத்தி இது நஞ்சைப் பாய்ச்சிவிடும்.

பிளாட்டிப்பஸ் பகலில் நீர்திலைகளின் கரைகளில் தரைக்கடியில் வளை தோண்டி அதில் ஓய்வெடுக்கிறது. இரவில் நீர்திலைகளில் மூழ்கி நீருக்கடியில் அலகால் தரையைத் துழாவி மெல்லுடலி, புழு ஆகியவற்றைப் பிடித்து உண்கிறது. உணவுடன் சேர்த்து விழுங்கப்படும் சேலும் மணலும் இரையை அரைக்க உதவுவனவாகக் கருதப்படுகிறது. ஜூலை - அக்டோபர் இதன் இனப்பெருக்கக் காலம். பெண் பிளாட்டிப்பஸ் கரையில் தரைக்கடியில் வளை தோண்டுகிறது. வளையின் இறுதியில் அமைக்கப்படும் அறையில் புற்களையும் இலைகளையும் வாலால் சுருட்டி எடுத்துச் சென்று வைக்கும். இனச்சேர்க்கை நடந்த இரண்டு வாரங்களுக்குப் பிறகு பெண் பிளாட்டிப்பஸ் வளையின் நுழைவாயிலை மண்ணால் அடைத்து வாலால் சரிசெய்துவிடும். வளையின் அறையில் இரண்டு முட்டைகளை இட்டுப் பெண் விலங்கு 10-12 நாட்கள் அடைகாக்கிறது. முட்டைகளின் ஒடு மென்மையானத் தோல் போன்று உள்ளது. முட்டைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்வதாலும் புற்கள் பரப்பி வைக்கப்படுவதாலும் உருண்டு ஒடி உடைத்து விடுவதில்லை. அடைக்காப்பதற்கு அரிதாக வெளியில் வரும்போது பிளாட்டிப்பஸ் வளையை அடைத்து விடுகிறது.



பிளாட்டிப்பஸ் (Ornithorhynchid platypus)

பிளாட்டிப்பசுக்கு இயற்கையான எதிரிகள் இல்லை. ஆனாலும் வளையை இவ்வாறு அடைத்து வைப்பது எதிரிகளிடம் இருந்து தற்காத்துக் கொள்வதற்கு ஏற்பட்டதாக முற்காலத்தில் கருதப்பட்டது. இது தொல் நடத்தைக்கு (fossil behaviour) ஓர் எடுத்துக்காட்டு. பிளாட்டிப்பஸ் ஒரு வாழுந்தொல்லுயிரி ஆகும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுக்குக் கண் திறந்திருக்காது; உடலில் மயிர் இருக்காது. பிறந்து 11 வாரங்கள் சென்ற பின்னரே கண் திறக்கும். தாயின் உடலில் பால்காம்புகள் இல்லையாதலால் குட்டி அதன் வயிற்றுப் பகுதியிலிருந்து துளை வழியாக வழியும் பாலை நக்கிக் குடிக்கும். பிறந்து நான்கு மாதங்கள் ஆன பின்பு குட்டிகள் பிரித்து விடப்படுகின்றன. 3 ஆண்டுகளில் இவை இனமுதிர்ச்சியடைகின்றன. பிளாட்டிப்பஸ் ஏறத்தாழ 10 ஆண்டுகள் உயிர் வாழும்.

கம்பளி மயிருக்காகப் பிளாட்டிப்பஸ் வேட்டையாடப் பட்டு வந்தது. ஆனால் தற்போது கடுமையான சட்டங்களால் இவ்விதங்கு பாதுகாக்கப்படுகிறது. மீன்பிடி வலைகளில் சிக்கிக்கொண்டால் சுவாசிக்க நீர்ப்பரப்புக்கு வர இயலாமல் மூச்சுத் திணறி இறந்து விடுகிறது. ஆஸ்திரேலியாவில் உள்ள முயல்களால் இதற்குத் தீங்கு ஏற்படுகிறது. இனப்

பெருக்கத்தின்போது தடைகளற்ற அமைதியான பகுதிகளிலேயே இது வளைதோண்டுவதால் முயல்கள் தோண்டும் வளைகள் இதற்கு இடையூறாகின்றன.

ஜெயக்கொடி கௌதமன்

## பிளாட்டினம்

அரிதாகக் கிடைக்கும் உலோகங்களில் பிளாட்டினமும் ஒன்றாகும். இதன் குறியீடு Pt; அணு எண் 78; அணு நிறை 195.09. வேதிவினைகளால் எளிதில் பாதிக்கப்படாத உயர்தன்மையைப் பிளாட்டினம் பெற்றுள்ளமையால் பிளாட்டினக் கம்பி, மின்முனை, மூசை, வட்டத் தட்டு போன்றவை ஆய்வகப் பயன்மிக்கவையாக உள்ளன. செயற்கைப்பட்டுத் (ரேயால்) தயாரிப்பில் பயன்படும் மயிரிழை போன்ற நுண்துளைகள் செய்வதில் பிளாட்டினம் கலந்த உலோகத் கலவைகள் பயனாகின்றன. பிளாட்டினம் ஊட்டப்பட்ட கல்நார் சில வேதிப் பொருள்களில் தயாரிப்பில் வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. இதன் உலோகப் பளபளப்பு கவர்ச்சி குன்றியிருப்பினும், இதன் உயர்ந்த விலை



காரணமாக நுண்ணிய அணிகலன்கள் செய்யவும் எழில்மிகு பொருள்களுக்கு மூலம் பூசவும் இவ்வுலோகம் பயன்படுகிறது.

Ia																		0	
1	2																	10	11
H	He																	Ne	Ar
3	4																	18	18
Li	Be																	Ne	Ar
11	12																	18	18
Na	Mg																	Ar	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	36	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Kr	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	54	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Xe	Xe
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Rn	Rn
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	118	118
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha															

வாந்தணு	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
தொகுதி	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

ஆடிணு	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
தொகுதி	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

தனிம மீள்வரிசை அட்டவணைமின் எட்டாம் தொகுதியிலுள்ள ஒன்பது உலோகங்களில் இறுதி உலோகம் பிளாட்டினம் ஆகும். இவ்வுலோகங்கள் மூன்று வரிசைகளில் மும்மைகளாக (triads) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு, மூன்றாம் வரிசைகளிலுள்ள உலோகங்களும் பிளாட்டினத் தொகுதி உலோகங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை இயற்கையில் மிக அரிதாகக் கிடைக்கும் தனிமங்கள். புவி மேலோட்டில் காணப்படும் பிளாட்டினத்தின் அளவு ஏறத்தாழ 10<sup>-8</sup> % ஆகும். பிளாட்டின உலோகங்கள் இயல்பு நிலையில் மந்தமாகச் செயல்படுபவை. இவை மிக்க உறுதியும் உயர் உருகுநிலையும் அரிமானத் தடையும் கொண்டவை. வேதி மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படாத இவற்றின் உயர்தன்மை (noble character) படிப்படியாகப் பிளாட்டினம் வரை உயர்கிறது. இவை வினைவேக மாற்றிகளாகவும் செயல்படுபவை; எனவே இவை பல வகையான பயன்களைக் கொண்டு விளங்குகின்றன. பெல்லாடியம் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தைத் தூய்மைப்படுத்துவதில் பயன்படுகிறது.

தென் அமெரிக்காவிலுள்ள கொலம்பியாவில் கிடைத்த கனிவளமுடைய ஆற்றின் வண்டற் படிவுகளிலிருந்து (placers) பிளாட்டினத்தைப் பெறலாம் என்று முதன் முதலாகத் தெரிய வந்தது. கி.பி 1741ஆம் ஆண்டில் இப்புதிய கனிப்பொருள் இங்கிலாந்து நாட்டிற்கு கொண்டு வரப்பட்டது. சிக்கல் நிறைந்த கனிப்பொருளிலிருந்து தூய

பிளாட்டினத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை பின்னர் கண்டறியப்பட்டது.

பிளாட்டினம் பெரும்பாலும் தனி நிலையில் கிடைப்பதாயினும் தூய நிலையில் கிடைப்பதில்லை. இதனைப் பிரித்தெடுப்பதற்குச் சிக்கல் நிறைந்த செயல்முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. இவ்வுலோகம் ஆர்செனிக்ருடன் சேர்ந்த நிலையில் ஸ்பெர்ரிலைட் (sperrylite) என்னும் சேர்மமாகவும் கிடைக்கிறது. தென் ஆஃப்ரிக்கா, ரஷ்யா, கனடா ஆகியன பிளாட்டின உலோகங்களை உற்பத்தி செய்யும் முதன்மையான நாடுகளாகும். யூரல் மலைப்பகுதிகளில் கிடைக்கும் கனிமத்திலுள்ள உலோகங்களாவன; பிளாட்டினம் 76.4%, தங்கம் 0.40%, இரும்பு 11.7%, இரிடியம் 4.3%, ரோடியம் 0.3%, பல்லாடியம் 1.4%, தாமிரம் 4.1%, ஆஸ்மியம் 0.5%, மணல். தென் அமெரிக்காவிலுள்ள கலிஃபோர்னியாவில் கிடைக்கும் கனிமத்தில் 86% பிளாட்டினம் அடங்கியுள்ளது. தென் ஆப்பிரிக்காவில் பிளாட்டின உலோகங்களை உற்பத்தி செய்வதிலும் ரஷ்யாவிலும் கனடாவிலும் பிளாட்டினத்துடன் திக் கல், தாமிரம் ஆகியவற்றைத் தாயரிப்பதிலும் ஈடுபட்டுள்ளனர். ரஷ்யாவில் கிடைக்கும் தாமிர திக் கல் படிவுகளிலிருந்து பல்லோடியமும் பிளாட்டினமும் உற்பத்தி செய்வது 1960ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்னர் அதிகரித்து வருகிறது.

பிரித்தெடுத்தல். இயற்கையில் பிளாட்டினம் தனித்த நிலையில் காணப்படுவதில்லை. திக் கல், தாமிரம் ஆகியவற்றை மின்பகுப்பு முறை மூலம் தூய்மையாக்கும்போது கிடைக்கும் கசடுகளிலிருந்து பிளாட்டின உலோகங்களும் தங்கம், தாமிரம் போன்றவையும் பிரித்தகற்றப்படுகின்றன.

தென் ஆஃப்ரிக்காவில் கிடைக்கும் பைராட்சினைட் (pyroxenite) படிவுகளிலிருந்து பிளாட்டினத் தாதுக்களைப் பிரித்தெடுக்கின்றனர். தற்காலத்தில் பிளாட்டினத்தை வழங்கும் முக்கிய மூலப்பொருளாக இவை விளங்குகின்றன. தங்கம் கலந்த இப்படிவுகளிலிருந்து உயர்ந்த அடர்த்தி கொண்ட பிளாட்டினத் தாதுக்களை மீட்பது எளிதாகும். தாதுப் பாளைகைகள் முதலில் நொறுக்கிப் பொடியாக்கப்பட்டு, பின்னர் உருளை எந்திரங்களின் உதவியால் நீருடன் நன்கு அரைக்கப்பட்டுக் கூழாக்கப்படுகின்றன. சொரசொரப்பான மேசை மீது இக்கூழிவை ஓடவிடும்போது உலோகத் துகள்களும் பிளாட்டினம் சுமந்துவரும் கரடுமுரடான தாதுக்களும் பின்தங்கி விடும். இத்தாதுக்கள் மேலும் அடர்விக்கப்பட்டு, இங்கிலாந்திலுள்ள தூய்மையாக்கும் நிலையத்திற்கு அனுப்பப்படுகின்றன. கனிப்பொருள் கழிவிலிருந்து (tailings) நீரை அகற்றியும் மிதப்புமுறைச் செயற்பாடுகளைக்

கையாண்டும் திக்கல், தாமிரம், இரும்பு மற்றும் எஞ்சியிருக்கும் பிளாட்டினம் கலந்த தாதுக்கள் ஆகியவை சேர்ந்த செறிவு பெறப்படுகிறது. இப்பொருளிலிருந்து மேலும் நீரை நீக்கிப் பின்னர் உலர்த்தி ரவைக்குண்டுகளாக்குவர். ரவைகளை ஊதுஉலைக்குள் செலுத்தி வினைப்படுத்தும்போது தாமிரம் - திக்கல் சேர்ந்த மேட்டி (matte) கிடைக்கிறது. இதில் பிளாட்டின உலோகங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் கலந்திருக்கும். பின்னர் தாமிர, திக்கல் சல்ஃபைடுகளைப் பிரித்தெடுத்து மின்பகுப்பு முறை மூலம் தாமிரம், திக்கல் ஆகியவற்றைப் பெறலாம். திக்கல் மின் பகுப்பின் போது நேர்முனையில் கிடைக்கும் வண்டற் சகதிகளிலிருந்து (anode slimes) பிளாட்டின உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். மாற்றுமுறை யொன்றில் உருக்கிய மேட்டியுடன் சிறிதளவு சிலிக்கான் சேர்த்து, பின்னர் மெதுவாகக் குளிர்வித்து திண்மமாக்கப்படும். பிளாட்டின உலோகங்கள் அடங்கிய திக்கல் மிகுந்த அடிப்பகுதியைப் பிரித்தெடுத்து, தூய்மையாக்கும் ஆலையில் பிளாட்டினத்தைத் தனியே பெறலாம்.

கனடா நாட்டிலுள்ள அனைத்து நாட்டு திக்கல் நிறுவனத்தின் (International Nickel Company of Canada Ltd.,) தாமிர - திக்கல் தாதுக்களிலிருந்து பிளாட்டினத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை வேறுபட்டதாகும். தாதுக்களிலுள்ள தாமிர, திக்கல் பகுதிகள் மிதப்பு முறைகளைக் கையாண்டு பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. திக்கல் பகுதியை ஊதுலை, பெசிமர் மாற்றி ஆகியவற்றில் பல்வேறு வேதிச் செயற்பாடுகளுக்கு உள்ளாக்கிய பின்னர் திக்கல் மிகுந்த மேட்டி கிடைக்கிறது. இதைக் குளிர வைத்த பின்னர் நன்கு பொடியாக்கிக் காந்தமுடைய பிரிப்பான் மீது செலுத்துவர். இதனால் பிளாட்டின உலோகங்கள் அடங்கிய திக்கல் மிகு பகுதி பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. எஞ்சியுள்ள பகுதியை மேலும் செயற்பாடுகளுக்கு உள்ளாக்கித் தாமிர சல்ஃபைடுகளைப் பெறலாம். இவற்றை மின்பகுப்பு முறைகளைக் கையாண்டு தூய்மைப்படுத்தலாம். தாமிர மின்பகுப்பின் போது தங்கம், வெள்ளி போன்ற உலோகங்கள் மீட்கப்படுகின்றன. பிளாட்டின உலோகங்கள் திக்கல் மின்பகுப்பின் போது பெறப்படுகின்றன.

திக்கல் மேட்டி பின்னர் திக்கல் ஆக்சைடாக மாற்றப்படுகிறது. இதனை மாண்டு (Mond's) முறையைக் கொண்டு திக்கல் கார்போனைல் என்னும் ஆவியாகக் கூடிய சேர்மமாக மாற்றலாம். அப்போது பிளாட்டின உலோகங்கள் பின்தங்கி விடும். இவற்றைப் பிரித்தெடுத்து இங்கிலாந்திலுள்ள தூய்மையாக்கும் நிலையத்திற்கு அனுப்புவர். ஆகடன் என்னும் இடத்தில் பிளாட்டின உலோகங்கள் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

பிளாட்டின உலோகத்தைத் தூய்மையாக்கும்போது அதிலுள்ள தங்கம் முழுவதும் வீழ்படிவாக அகற்றப்பட வேண்டும். இல்லையென்றால் பல்லாடியத்தைப் பிரித்தெடுக்கச் சேர்க்கப்படும் அம்மோனியா, தங்கம் போன்றவை இருப்பின் அவற்றுடன் சேர்ந்து வெடிக்கும் தன்மையுடைய ஃபுல்மினேட்டை உண்டாக்கும். பெல்லாடியம் வீழ்படிவு உலரும்பொழுது ஃபுல்மினேட் சிற்றளவில் இருந்தாலும் பெரும் வெடித்தலை உண்டாக்கிவிடும்.

பண்பு. பிளாட்டினம் ஒரு பளபளப்பான, நீலம் கலந்த வெண்மையான உலோகம். தூயதாக இருக்கும்போது இதனை எளிதில் கம்பியாக இழுக்கலாம். பிளாட்டினக் கம்பிகளை விரிசல் இராமல் கண்ணாடியில் உருக்கிப் பொருத்த முடியும். பிளாட்டினம் பொதுவாக ஒரு மந்த உலோகமாகக் கருதப்படுகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையில் பிளாட்டினம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை. சூடான அடர் அமிலங்களால் கூட தூய பிளாட்டினம் தாக்கப்படுவதில்லை. உலோகம் மாசுள்ளதானால் கந்தக அமிலத்துடன் மிதமாக வினைபுரிகிறது. இது ராஜ திராவகத்தில் கலந்து குளோரா பிளாட்டினிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. நன்கு தூளாக்கப்பட்ட நிலையில் இது பெருமளவு ஹைட்ரஜனை உறிஞ்சுவல்லது. காரீயம், வெள்ளீயம் போன்ற உலோகங்களுடன் இது உலோகக் கலவைகளைத் தருகிறது. இதன் சில இயற்பியப் பண்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

#### அட்டவணை

அணுநிறை	195.09
இயற்கையில் கிடைக்கும் ஐசோடோப்புகளும் அவற்றின் மிகுதியும்	190 (0.0127%)
	192 (0.78%)
	194 (32.9%)
	195 (33.8%)
	196 (25.3%)
	198 (7.21%)
படிக அமைப்பு	முக மையக் கனசதுரம் (Fcc)
அணிக்கோவை மாநிலி (a) 25°C இல் (A° அலகில்)	8.8
பொதுவான இணைதிறன்	2.4
அடர்த்தி (25°C இல்) (கி.செ.மீ <sup>3</sup> )	21.46



உருகுநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	1772
கொதிநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	3800
தன்வெப்பம் ( $0^{\circ}\text{C}$ இல்) (கலோரி/ கி.)	0.0314

பயன். பிளாட்டினம் பெரும்பாலும் மந்தமாக இருப்பதால் பிற பொருள்களால் எளிதில் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேலும் பிளாட்டினம் விலையுயர்ந்த உலோகமாகும். 1906ஆம் ஆண்டு முதல் பிளாட்டினத்தை அணிகலன்களுக்குப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் தொடங்கியது.

பிளாட்டினம் வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படாது. ஆகையால், இது மூசை, தட்டு போன்றவற்றைச் செய்ய பயன்படுகிறது. பல மின்னாற்பகுப்பு முறைகளில் பிளாட்டின மின்முனைகள் பயன்படுகிறது.

பிளாட்டினம் ஊட்டப்பட்ட கல்நார், வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற வேதிப் பொருள்களின் தயாரிப்பில் பிளாட்டினம் பயன்படுகிறது.

தூய நிலையில் பிளாட்டினம் மிகவும் மென்மையாக உள்ளமையால் தகுதியற்றதாக உள்ளது. இதனைப் பிறிதோர் உலோகத்துடன் சேர்த்து உலோகக் கலவை தயாரித்தால் போதிய கடினத் தன்மை கிடைக்கிறது. பெரும்பாலும் இரிடியம் அல்லது ருதிலியம் கலவைகளைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. ரோடியம் பிளாட்டினத்தைப் பெரிதும் கடினமாக்குவதில்லை. ஆனால் பிளாட்டினத்தை உயர் வெப்பநிலையில் கையாளுவதற்கும் வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படுத்துவதற்குமான சிறப்பு இயல்புகளை ரோடியம் வழங்குகிறது. பிளாட்டினத்துடன் 3.5% ரோடியம் சேர்த்துப் பெறும் உலோகக் கலவையான மூசை ஆய்வகங்களில் இடம்பெறுகிறது. இக்கலவை, மூசைகளை அரிமானங்களிலிருந்து காக்கவல்லது. உயர் வகைக் கண்ணாடித் தயாரிப்பில் தொட்டிகளின் உட்பூச்சுகளுக்கு 10% அல்லது 20% ரோடியம் கலந்த பிளாட்டினம் பயனாகிறது.

செயற்கைப் பட்டு (ரேயான்) இழைகளைத் தயாரிப்பதில் பிளாட்டினம்-ரோடியம் கலவை அல்லது பிளாட்டினம் - பல்லோடியம்- தங்கம் கலவையிலான நுண்துளைகளையுடைய இழைபுரி (pinneret) பயன்படுகிறது. பெர்குளோரேட், பெர்சல்ஃபேட் ஆகிய சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதில் பிளாட்டினம்-இரிடியம் கலவையிலான நேர்மின் முனைகள் உதவுகின்றன.

தொழிற்சாலைகளின் மின் உலைகளில் பிளாட்டினம் உலோகக் கலவைகள் சூடேற்று இழைகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவை  $1200^{\circ}\text{C}$  வரை தாங்கக்கூடியவை. பிளாட்டினம் உலோகக் கலவைகளின் மின் தொடர்புக் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. இவை மின்பொறி அடைப்பான்களாக (spark plugs) செயல்படுகின்றன.

திட்ட எடைகள் மற்றும் அளவுகோல் ஆகியவற்றைச் செய்யப்பிளாட்டினம்-இரிடியம் உலோகக் கலவை பயன்படுகிறது.

இரா. இலக்குமணன்  
துணைநூல். James E. Huheey, *Inorganic Chemistry*, Fourth Edition, Harper Collins College Publisher, 1993.

## பிளாஸ்மா இயற்பியல்

ஒரு வளிமத்திலுள்ள அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் மிகப் பெருமளவில் அயனிகளாகப் பிரிந்திருக்கும் நிலையில் அவ்வளிமத்தின் பண்புகளை விவரிப்பது பிளாஸ்மா இயற்பியல் (plasma physics) எனப்படுகிறது. ஒரு வளிமத்தின் அணுக்களில் ஏறத்தாழ அனைத்துமே அயனிகளாகப் பிரிந்து சம எண்ணிக்கையிலான நேர்மின் அயனிகளாகவும் எலெக்ட்ரான்களாகவும் மாறி விடுகின்ற நிலையை லாங்மூயர் என்பார் பிளாஸ்மா என வரையறுத்துள்ளார். பிளாஸ்மாவில் மின் துகள்கள் நிறைந்துள்ளமையால் சாதாரண வளிமங்களில் தென்படாத பல பண்புகளையும் திகழ்வுகளையும் அதில் காண முடிகிறது. பயன்பாட்டு அறிவியலின் பல புதிய துறைகளில் அப்பண்புகளும் திகழ்வுகளும் சிறப்புப் பெற்றுள்ளன. மேலும் விண்மீன் வளிமண்டலங்களிலும், விண்மீனிடை வெளிகளிலும் உள்ள வளிமங்கள் பிளாஸ்மா நிலையில் உள்ளமையால் அங்கு திகழும் விண்மீனியற்பியல் திகழ்வுகளில் அப்பண்புகளும், விளைவுகளும் தென்படுகின்றன. புவியின் வளி மண்டலத்தின் மெல்லிய வெளிப்படலங்களில் அயனி நிலையில் பரவியுள்ள வளிமப்பகுதிகளிலும் பிளாஸ்மா திகழ்வுகள் காணப்பட்டுள்ளன.

வளிம மின்னிறக்கங்களின் பல்வேறு பயன்பாடுகள் எலெக்ட்ரான் குழல்களில் தோன்றும் எலெக்ட்ரான் கற்றைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மாபெரும் வெப்பநிலைகளில் நடைபெறும் திகழ்வுகள் மற்றும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட

அணுக்கருப் பிணைவு ஆகிய புதிய ஆய்வுக்களங்கள் போன்றவை பிளாஸ்மா இயற்பியலில் ஆர்வத்தைத் தூண்டியுள்ளன. பெரும் வெப்பநிலைச் செயல்முறைகளும், கட்டுப்பட்ட அணுக்கருப் பிணைவுகளும் பல நூறு மில்லியன் செல்சியஸ் டிகிரி வெப்பநிலைகளில் நிகழ்பவை. பிளாஸ்மாவைப் பற்றி ஒரு முழுமையான இயற்பியல் வடிவத்தைப் பெற அதன் செயல்பாட்டை இரு வெவ்வேறு கோணங்களில் ஆராய வேண்டியிருக்கிறது. அவற்றை நுண்ணிலை, பெருநிலை எனப்பிரிக்கலாம்.

நுண்ணிலை வடிவம், பிளாஸ்மாவிலுள்ள தனித்தனியான துகள்களின் செயற்பாங்கைக் கருத்தில் கொள்கிறது. விரவல் மற்றும் போக்குவரத்து நிகழ்வுகளை உண்டாக்குகிற துகள் மோதல்களின் விளைவுகள், அயனியாக்கம், எக்ஸ்-கதிர்வீச்சு ஏனைய துகளியல் செயல்முறைகள் ஆகியவை துகள்களின் செயல்பாட்டைச் சார்ந்தவை. இத்தகைய கருத்தில் பிளாஸ்மாவின் சில பண்புகள் ஒரு வளிமத்தின் சில பண்புகளைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கும்.

பெருநிலை வடிவம், பிளாஸ்மாவின் ஒட்டு மொத்தமான, பாய்மப் பண்புகளை வெளிப்படுத்துகிறது. மின்கடத்தல், பல்வேறு வகையான அலைகளைப் பரப்புதல், மின்கடத்தும் திறனுள்ள பாய்மங்களுக்கே உரியவையான நிலையற்ற கொந்தளிப்பு (turbulent) செயல்களைச் சார்ந்திருத்தல் போன்றவை இத்தகைய பாய்மப் பண்புகளில் அடங்கும். பிளாஸ்மாவின் பெருநிலைச் செயல்பாட்டுப் பண்புகளில் பல, காந்தப் பாய்மவியக்கவியல் (magneto hydrodynamics) என்னும் பொதுத்துறையுடன் இணைந்தவை.

பிளாஸ்மாத் துகள்களைச் சுற்றிலும் நிலைமின்புலம் என்னும் கூலும் புலம் அமைந்துள்ளது. இத்துகள்கள் அந்தப்புலத்தின் உதவியுடனேயே ஊடாட்டம் செய்கின்றன. துகள்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி வருகையில் இந்த நிலை மின்புலங்கள் துகள்களுக்கிடையில் விலக்கு விசைகளையோ கவர்ச்சி விசைகளையோ உருவாக்குகின்றன. இதன் காரணமாகத் துகள்களின் பயணத் திசை மாறும். பிளாஸ்மாவை ஒட்டுமொத்தமாக காணும்போது இந்த நுண்ணிய நிலைமின் புலங்கள் மற்றும் காந்தப்புலங்களின் கூட்டல் விளைவு ஒரு பரவலாக்கப்பட்ட அல்லது சராசரியாக்கப்பட்ட மின்காந்தப் புலமாக உருவெடுக்கிறது. அப்போது பிளாஸ்மா ஒரு கூட்டுத் தன்மையுடன் மின்கடத்தும் பாய்மமாகச் செயல்படும். அது பரவியுள்ள மொத்த மின்

காந்தப்புலத்தில் பிளாஸ்மாவின் உள்ளிட மின்காந்தப் புலத்துடன் வெளியிலிருந்து செலுத்தப்படும் மின்காந்தப் புலங்களும் கலந்துவிடும். பிளாஸ்மாவின் இயக்கமும், அது இயங்குகிற மின்காந்தப்புலமும் சேர்ந்து பல சிக்கலான பல படித்தான நிகழ்வுகளை உண்டாக்குகின்றன.

பிளாஸ்மா நிகழ்வுகளின் உரைகல். நுண்ணிலை நிகழ்வு மண்டலத்திலிருந்து பெருநிலை நிகழ்வு மண்டலத்தைப் பிரித்துக் காட்ட உபை தடைத்தொலைவு (debye screening distance) என்னும் அளவுகோல் பயன்படும். இரண்டு துகள்களுக்கிடையிலான தொலைவு உபை தடைத் தொலைவை விடக் கணிசமாகக் குறைவாக இருக்கும் வரை இயல்பான கூலும் கவர்ச்சி அல்லது விலக்கம் தோன்றும். அத்தகைய சந்திப்பை ஓர் எளிய மோதலாக வரையறுக்கலாம். அதற்குத் துகளியக்கவியலின் எளிய விதிகளே பொருத்தமாயிருக்கும். ஆனால் இரண்டு துகள்களுக்கிடையிலான தொலைவு உபை தடைத் தொலைவை விடக் கூடுதலாக இருக்குமானால் ஒரு குறிப்பிட்ட பிளாஸ்மாத் துகள்களின் இயக்கத்தின் காரணமாக அதைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற ஏனைய பிளாஸ்மா எலெக்ட்ரான்களில் தூண்டப்படும் ஒட்டு மொத்தமான இயக்கங்கள், அந்தக் குறிப்பிட்ட பிளாஸ்மாத் துகள் ஏனைய பிளாஸ்மாத்துகளின் விளைவை உயர முடியாமல் தடை செய்து விடுகின்றன. அதே போல உபை தடைத் தொலைவுக்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளிலுள்ள மற்றப் பிளாஸ்மாத் துகள்களின் விசைகளையும் அந்தத் துகள் உணராது.

உபை தடைத்தொலைவை  $\lambda_D$  என்னும் எழுத்தால் குறிப்பிட்டால்,  $\lambda_D = \sqrt{\epsilon_0 K T_e / n e^2}$  மீட்டர் எனக் கணக்கிடலாம். இதில்  $n$  என்பது பிளாஸ்மா எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி,  $T_e$  என்பது அவற்றின் இயக்கவியல் வெப்பநிலை;  $e$  என்பது எலெக்ட்ரானின் மின் அளவு;  $K$  என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து  $\lambda_D$  எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி, இயக்கவியல் வெப்பநிலை என்பது ஒரு வளிமத்தின் துகள்களின் முறையற்ற இயக்கத்தின் இயக்க ஆற்றலின் பதங்களில் வெப்பநிலையைக் குறிப்பிடும் ஓர் அளவு. மாக்ஸ்வெல்லின் விதிகளின் படி நடந்து கொள்ளும் ஒரு வளிமத்தின் சராசரி இயக்க ஆற்றல்  $(3/2)KT$  ஆகும்.  $T$  என்பது கெல்வின் அளவுகோலில் வளிமத்தின் தனி வெப்பநிலை. அந்த இயக்க ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டில் அளவிடப்படுவது வழக்கம். ஓர் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டில் இயக்கவியல் வெப்பநிலை  $= KT = 11600$  கெல்வின்  $= 2/3$  W.

அடர்த்தி மிக அதிகமாக உள்ள நிலைகளைத் தவிர ஏனைய அனைத்து நிலைகளிலும்  $\lambda_D$  யை விட மிகக்



குறைவாகவே துகள்களுக்கிடையிலான இடைவெளி அமைந்திருக்கிறது.  $\lambda_D$  யை ஆரமாகக் கொண்ட ஒரு கோளப்பகுதியை டைபே கோளம் (debye sphere) என்பர். அக்கோளத்திற்குள் பெரும்பான்மையான துகள்கள் இடம் பெறுகின்றன. எந்த நேரத்திலும் ஒரு துகள் மற்றத் துகள்களுடன் மோதக் கூடிய நெடுக்கத்திற்குள்ளாகவே அமைந்திருக்கிறது. ஒரு பிளாஸ்மாவில் காணப்படும் சில குறிப்பிட்ட மோதல் விளைவுகளை அறிந்து கொள்ள இதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள பிளாஸ்மாவில் கூட்டு நிகழ்வுகள் நிகழுமா என்பதை அறிய  $\lambda_D$  இன் எண் மதிப்பு இன்றியமையாததாக அமைகிறது. பிளாஸ்மா பரவியுள்ள ஒரு மண்டலத்தின் ஒட்டு மொத்தமான பரிமாணங்கள்  $\lambda_D$ -யை விட மிகவும் சிறியவையாக இருப்பின் எளிய மோதல்களைப் போன்ற ஒற்றைத் துகள் நிகழ்வுகளே நடைபெறும் எனலாம்.

அப்போது பிளாஸ்மா ஒரு சாதாரணமான, குறைந்த அடர்த்தியுள்ள வளிமத்தைப் போலவே செயல்படும். அதில் கூட்டு நிலைச் செயல்முறைகள் முதன்மையானவையாக இரா. இதற்கு மறுதலையாகப் பிளாஸ்மா மண்டலத்தின் பரிமாணங்கள்  $\lambda_D$ -ஐ விட மிக அதிகமாக இருக்குமானால் கூட்டுப் பிளாஸ்மா நிகழ்வுகளுக்குக் கூடுதல் வாய்ப்பு உள்ளது. ஆய்வகங்களில் கையாளப்படுகிற பிளாஸ்மாக்கள் சில செ. மீ. பரிமாணமுள்ள இடங்களில் அடைப்பட்டிருக்கும். அவற்றில் எலெக்ட்ரான் அடர்த்திகள் கனமீட்டருக்கு  $10^{12}$  முதல்  $10^{14}$  வரை அல்லது அதற்கும் குறைவாக இருக்கும். அவற்றில் கூட்டுச் செயல்பாடு இராது. வழக்கமான துகள் முடுக்கிகளில் இத்தகைய அடர்த்திகள் காணப்படுகின்றன. இதற்கு எதிரிடையாகப் புவி வளி மண்டலத்தின் வெளி விளிம்புகளில்  $\lambda_D$  இன் எண் மதிப்பு மற்றப் பரிமாணங்களை விட மிகவும் சிறியதாகவேயிருக்கும். அப்போது எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி மிகக் குறைவாக இருக்கும் இடங்களில் கூடக் கூட்டு நிகழ்வுகள் ஏற்படலாம்.

மேற்காணும் திபந்தனையிலிருந்து பிறிதோர் எளிய, பயனுடைய இயற்பியல் விளக்கத்தைப் பெற முடிகிறது.  $\lambda_D$  ஆரமுள்ள ஒரு பிளாஸ்மாக் கோளத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதற்குள்ளிருக்கிற எலெக்ட்ரான்களை எடுத்து வரம்பில்லாத தொலைவுக்கு தள்ளி வைப்பதாகக் கருதலாம். எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்பட்டமையால் கோளத்திற்குள் சமன் செய்யப்படாத ஒரு நேர்மின் எஞ்சி, ஆரத்திசையிலான ஒரு மின்புலத்தை உண்டாக்கும். இப்போது பிளாஸ்மாவிலிருக்கக்கூடிய சில எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்ற வேண்டுமானால் அதற்குத்

தேவையான ஆற்றல் அந்த எலெக்ட்ரான்களின் சராசரி இயக்க ஆற்றலுக்குச் சமமாயிருக்கும் என்பதை  $\lambda_D$ - பற்றிய வரையறையிலிருந்து தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.  $\lambda_D$  பிளாஸ்மாவின் பரிமாணங்களை விடச் சிறியதாயிருக்கும்போது, பிளாஸ்மாவின் பரிமாணங்களில்  $\lambda_D$  ஐ விட அதிகமான மாற்றங்களை உண்டாக்க முயலும் எந்த ஒரு விசைக்கும் மறுவிளைவாக வலிமைமிக்க மீட்டுவரும் நிலை மின் விசைகள் தோன்றிப் பிளாஸ்மா மேலும் விரிவடைவதைத் தடுத்துவிடும். இதற்கு மறுதலையாக  $\lambda_D$  பிளாஸ்மாப் பரிமாணங்களை விடப் பெரிதாக இருக்குமானால் மின்கள் முழுமையாகப் பிரிக்கப்படும்போது தோன்றும் நிலை மின் விசைகள் கூடத் தனித் தனியான துகள்களின் இயக்கங்களைப் பாதிக்கா. அதன் காரணமாகக் கூட்டு விளைவுகள் இன்றியமையாதவையாக இரா.

பிளாஸ்மாப் பரிமாணங்களை விட  $\lambda_D$  மிகச் சிறியதாக இருக்கின்ற சூழ்நிலையில் பிளாஸ்மாக்கள் மின் நடுநிலையைப் பராமரிக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இந்தப் போக்கு பிளாஸ்மாவில் சில மிக இன்றியமையாக் கூட்டு நிகழ்வுகளுக்கு இட்டுச் செல்கிறது. பிளாஸ்மாவில் இருமுனை மின்னழுத்தங்கள் உண்டாவது, எல்லைப் பரப்புகளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற பிளாஸ்மாப் பரப்புகளில் உறை போன்ற மண்டலங்கள் அமைவது ஆகியவை இத்தகைய கூட்டு நிகழ்வுகளில் சிலவாகும். எலெக்ட்ரான்களுக்கும் அயனிகளுக்கும் இடையிலான உள்ளார்ந்த இழப்பு வீதங்களில் ஒரு வேறுபாடு இருக்கும்போது பிளாஸ்மா தானாகவே தகுந்த பரிமாணமும் எண் மதிப்பும் கொண்ட மின் அழுத்தத்தை உருவாக்கிக் கொண்டு இந்த இழப்பு வீதங்களைச் சமமாக்கி விடும். அதன் மூலம் சமச்சீர் நிலை பராமரிக்கப்படும். சாதாரண வளிம மின்னிறக்கங்களில் உலோக மின்கடத்திகள் பங்கு பெறுகின்றன. அந்த உலோகப் பரப்புகளை ஒட்டிச் சில டைபே நீளங்களுக்குச் சமமான தடிமனுள்ள உறைப் படலங்கள் உருவாகும். இவ்வாறான உறைப் படலங்கள் உருவாவதற்கான காரணங்கள் பின்வருமாறு: அயனிகளை விட அதிகமான ஒடு திறன் பெற்றுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் மின்னிறக்கப் பிளாஸ்மாவிலிருந்து அயனிகளை விட அதிகமான வேகத்துடன் தப்பியோட முயலும். அவ்வாறு செய்யும்போது அவை எல்லைப் பரப்பை விட அதிகமான நேர்மின் தன்மையைப் பிளாஸ்மாவுக்கு உண்டாக்கும். இத்தகைய பிளாஸ்மாவுக்குள் ஒரு திசை மின்புலங்கள் தோன்றாமல் தடுக்கப்படுவதால், பிளாஸ்மாவின் மாபெரும் மின்கடத்துதிறன் காரணமாக இருமுனை மின்னழுத்த வீழ்ச்சி எல்லையிலுள்ள உறைப்படலங்களில் மட்டுமே தோன்றுமாறு

கட்டுப்படுத்தப்பட்டு விடுகிறது. அங்கு எலெக்ட்ரான் மற்றும் அயனிகளின் அடர்த்தி சுழியாகக் குறைந்துவிடும். பிளாஸ்மாவின் இதைத் தவிர வேறு பல இருமுனை நிகழ்வுகளும் நடைபெறுகின்றன. அங்கு அவை அலைப்பரப்பல், காந்தப் புலத்துக்குக் குறுக்கான போக்குவரத்து போன்ற செயல்பாடுகளைப் பெரிதும் மேற்கொள்கின்றன.

**பிளாஸ்மா உருவாக்கம்.** ஆய்வகத்தில் வளியழுத்தத்தில் ஒரு சிறு பின்ன அளவு அழுத்தமுள்ள வளிமிலிருந்து பிளாஸ்மாக்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. வளிமம் மின்னாற்றல் அல்லது வேறு ஆற்றலின் உதவியால் சூடாக்கப்படும். வளிமத் துகள்களின் சராசரி இயக்க ஆற்றல் வளிமத்தின் அயனியாக்க மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாகும் வரை வளிமம் சூடாக்கப்படுகிறது. வளிம மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று மோதி அயனிகளாக மாறிவிடுகின்றன. அயனியாக்க மின்னழுத்தங்கள் பல வோல்ட் அளவிலிருக்கும் என்பதால் பல எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவிலான இயக்கவியல் வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே இத்தகைய விளைவுகள் முதன்மை பெறும். இவ்வாறு பிளாஸ்மா உருவாகக் குறைந்தது 50000-100000 கெல்வின் வெப்பநிலை தேவைப்படும். உயர் அளவாகப் பல லட்சம் கெல்வின் வெப்பநிலை கூடப் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு.

குழல் விளக்குகளில் நிகழ்வதைப் போன்ற சாதாரணமான வளிம மின்னிறக்க நிகழ்வுகளிலும் பிளாஸ்மாக்கள் உருவாகின்றன. ஆயினும் இத்தகைய மின்னிறக்க நிகழ்வுகளில் தோன்றும் பிளாஸ்மா கொள்கலத்தின் சுவர்களில் பட்டு விரைவாகக் குளிர்ந்து விடுவதால் அயனிகள் உடனடியாக எலெக்ட்ரான்களுடன் இணைந்துவிடும். வெப்பநிலை குறைவாயிருப்பதாலும், அயனியாக்கம் குறைந்த அளவிலேயே ஏற்படுவதாலும் தொடர்ந்து பெருமளவு ஆற்றலை இடைவிடாமல் உள்ளே செலுத்திக் கொண்டிருந்தால் மட்டுமே அயனியாக்கம் நீடித்திருக்கும். கொள்கல வெப்ப இழப்பைத் தவிர்ப்பதற்காகப் பிளாஸ்மாவை மின்காந்தப் புலங்களுக்குள் அடக்கி வைக்கும் முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். அப்போது பிளாஸ்மாத் துகள்கள் கொள்கலத்தின் சுவர்களைத் தொடா. உயர் வெப்பநிலைப் பிளாஸ்மா ஆய்வுகளில் பிளாஸ்மாவை இவ்வாறான மின்காந்தப் புலங்களின் மூலம் அடக்கி வைப்பது முதன்மையான நோக்கமாக உள்ளது. அதில் வெற்றி கிட்டினால் மட்டுமே கட்டுப்பட்ட அணுக்கருப் பிணைவுகளைச் சூடான பிளாஸ்மாவில் நிகழச் செய்வது ஆற்றல் உற்பத்திக்கு வழிகாண முடியும்.

**பிளாஸ்மாவின் நிலையாமைகள்.** ஒரு காந்தப்புலத்தில் பிளாஸ்மாவை வைக்கும்போது அதில் நிலையற்ற இயக்கங்கள் தோன்றக்கூடும். அவை பிளாஸ்மாவின் செயல்பாட்டில் பெருமளவு மாற்றங்களை உண்டாக்கி ஏனைய அனைத்து நிகழ்வுகளையும் வலிவிழக்கச் செய்துவிடும். ஒரு காந்தப் புலத்துக்குள் அடக்கி வைக்கப்பட்ட பிளாஸ்மா தன் சூழலுடன் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் இராது. ஆனால் நேரம் செல்லச் செல்ல அத்தகைய சமநிலை துகள்களுக்கிடையிலான மோதல்களினால் உண்டாக்கப்பட்டத் துகள் அடர்த்தி சீராகி, சூழலுடன் வெப்பநிலைச் சமநிலை தோன்றும். வெப்பநிலை மற்றும் அடர்த்தியில் சீரற்ற தன்மையுள்ளமையால் தோன்றும் தனியாற்றல் மூலங்களால் செலுத்தப்படுகிற நிலையாமைகள் பிளாஸ்மாவில் மேலும், விரைவாகச் சமநிலையை உண்டாக்க முடியும். பெரும் தீவிரமுள்ள நிலையாமைகள் சூடான பிளாஸ்மா அடக்கி வைக்கப்படுவதை மிக விரைவாகக் குலைத்து விட முடியும். 1 மீ. அகல நீளமுள்ள அமைப்பில் அடைக்கப் பட்டிருக்கும் சூடான பிளாஸ்மாவில் ஓர் அயனி ஒரு விளிம்பிலிருந்து மறு விளிம்புக்குச் செல்ல ஆகிற சில மைக்ரோ நொடி நேரத்துக்குள்ளேயே பிளாஸ்மா இவ்வாறு குலைக்கப்பட்டு விடலாம்.

நிலையாமைகளில் இரண்டு பொதுவான வகைகள் உள்ளன. பாய்மக் காந்தவியல் அல்லது காந்தப் பாய்ம வியக்கவியல் நிலையாமைகள் என்பவை. பிளாஸ்மாவிலுள்ள மொத்த மின்னோட்டங்களாலோ, பிளாஸ்மாவிலுள்ள காந்த புலத்தின் வலிக்குறைந்த பகுதிகளை நோக்கி விரிவடையும் போது வெளிப்படுகிற ஆற்றலினாலோ செலுத்தப் படுகின்றன. இன்னொரு வகை நிலையாமைகள் நுண்ணிலையாமைகள் எனப்படும். அவை பிளாஸ்மாத் துகள்கள் ஒன்றையொன்று கடந்து ஓடுவதால் தோன்றுகிறவை. எனவே நுண்ணிலையாமைகளினால் பிளாஸ்மா பாதிக்கப்படுகிற வாய்ப்புகளை மதிப்பிட்டு பிளாஸ்மாவின் துகள் தன்மையைத் தெளிவாகக் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். காந்தப் பாய்மவியக்கவியல் நிகழ்வுகளுக்கு அது தேவையில்லை. பிளாஸ்மாவின் ஓட்டு மொத்தமான பாய்மவியல் நிகழ்வுகளைக் கருத்தில் கொண்டால் போதும்.

பாய்மக் காந்தவியல் நிலையாமைகளில் நெளிசல் நிலையாமை மிகவும் எளியது. ஒரு பிளாஸ்மாத் தம்பத்தில் வலிவான நீளவாட்டு மின்னோட்டம் பாயும்போது இது ஏற்படக் கூடும். நேர் தம்ப வடிவிலிருக்கும் பிளாஸ்மா



விரைவாகச் சுருள் வடிவத்தையடையும். அதன் மூலம் காந்தப் புல ஆற்றல் தம்பத்தின் குறுக்கு இயக்க ஆற்றலாக மாறிவிடும்.

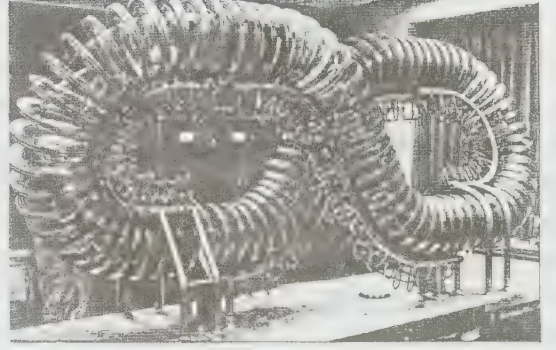
இரட்டைத் தட நிலையாமை என்பது நுண்ணிலையாமைக்கு ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டு ஆகும். பிளாஸ்மாவுக்குள்ளிருக்கிற துகள்கள் இரண்டு குழுக்களாகப் பிரிந்து ஒன்றுக்கொன்று எதிர் எதிரான திசைகளில் ஓடத் தொடங்குவதால் இது ஏற்படும். இத்தகைய எதிர் எதிர்ப் பாய்ச்சல்கள் கணிசமான வலிவடையும்போது பிளாஸ்மாவுக்குள் நிலையற்ற அலைகள் வளர்ந்து துகள் பாய்ச்சல் ஆற்றலை அலை ஆற்றலாக மாற்றிவிடும்.

நுண்ணிலையாமைகள் ஒழுங்கான துகள் இயக்கத்தை அலை இயக்கமாக மாற்றக் காரணமாக அமைவது அவற்றின் ஒரு பொதுப் பண்பாக உள்ளது. இந்நிலையில் அவை லேசரைப் போலச் செயல்படுகின்றன. லேசரில் அணு நிலைகளின் ஒரு ஒழுங்கான பரவீடு ஓரியல்பான ஒளி அலையாக மாற்றப்படுவதை நினைவு கொள்ளலாம்.

ஒரு பிளாஸ்மாவில் அலைகளுக்கும் நிலையாமை களுக்கும் இடையில் தென்படும் நெருக்கமான உறவு மேற்சொன்ன எடுத்துக்காட்டின் மூலம் தெளிவாகிறது. பிளாஸ்மா அலைகள் நிலையாமைகளைச் சுமந்து செல்லும் ஊர்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. போதுமான வலுவுள்ள செலுத்து விசை ஒரு பிளாஸ்மா அலையின் ஆக்கத் தன்மையான வகையில் இணையும்போது அலையின் வீச்சு சாதாரணமான ஏற்ற இறக்க நிலையிலிருந்து தொடங்கி வளர்ந்து பிளாஸ்மா அடங்கியிருப்பதையே குலைக்கும் அளவுக்குப் பெரிதாகி விடலாம். இது பிளாஸ்மாவின் செயல்பாட்டில் வேறுபல விளைவுகளையும் உண்டாக்கலாம்.

**காந்தச் சிறை.** தனித்தன்மையான வடிவமுள்ள காந்தப் புலங்களைப் பயன்படுத்தி உயர் வெப்பநிலைப் பிளாஸ்மாக்களை அடக்கி வைக்க வழி கண்டதன் மூலம் அணுக்கருப் பிணைவு வினைகளின் உதவியால் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யக் கூடிய வாய்ப்புகள் தோன்றியுள்ளன. பிளாஸ்மாவில் உள்ள மின் துகள்களின் இயக்கத்தை ஒரு காந்தப் புலத்தினால் கட்டுப்படுத்த முடிகிறது.

இத்தகைய அடக்கு காந்தப்புலங்களை வெளியிலிருந்து செலுத்த முடியும் அல்லது பிளாஸ்மாவிற்குள் ஓடும் மின்னோட்டங்களால் உண்டாக்க முடியும். அல்லது இந்த இரண்டு முறைகளையும் ஒருங்கே பயன்படுத்தியும் உண்டாக்க முடியும். காந்தப்புல அடக்கல் உத்திக்குப் பல அணுகுமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. பிளாஸ்மாவின் நிலையாமைச் செயல்முறைகளைத் தவிர்ப்பது அல்லது குறைப்பதன்



படம் 1. ஸ்டெல்லாரேட்டர்

அடிப்படையில் அந்த அணுகுமுறைகள் தேர்ந்தெடுக்கப் படுகின்றன. பொதுவாக அணுகுமுறைகளை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மூடிய வகை அமைப்புகளில் வடை வடிவத்தில் அமைந்த ஒரு வளையக் குழல் கொள்கலன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அடக்கும் காந்தப்புலத்தின் விசைக்கோடுகள் கொள்கலத்துக்குள்ளேயே பரவியிருக்கும். அடக்கும் காந்தப்புலத்தின் விசைக்கோடுகளைக் கடக்க முடிந்த துகள்கள் மட்டுமே பிளாஸ்மாவிலிருந்து வெளிப்படுத்த முடியும். இத்தகைய சூழ்நிலையில் அடக்க அமைவின் பரிமாணம் மிகுதியாக இருக்கும்போது பிளாஸ்மாவாகி யிருக்கும் சராசரி நேரமும் கூடுதலாகிறது. சாதாரணமான விரவல் செயல்முறைகள் நிகழ்கின்ற சூழ்நிலைகளில் அடங்கல் நேரம் கொள்கலத்தின் பரிமாணங்களின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் மாறும். ஸ்டெல்லாரேட்டர், டோக்காமாக் எனப்படும் இரண்டு கருவிகள் இத்தகைய மூடிய வகை அமைப்புகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ஸ்டெல்லாரேட்டர் ஸ்பிட்சர் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டது. அதில் வெளியிலுள்ள கம்பிச்சுருள்கள் அடக்கு காந்தப்புலத்தை உண்டாக்குகின்றன. பிளாஸ்மாவின் நிலையாமைகளைத் தவிர்ப்பதற்காகக் கொள்கலம் எட்டு என்னும் எண்ணின் வடிவத்தில் முறுக்கப்பட்டிருக்கும். அதனால் காந்தப்புலக்கோடுகள் சுருள் வடிவத்தில் அமையும். பின்னர் உருவாக்கப்பட்ட ஸ்டெல்லா ரேட்டர்களில் கொள்கலத்தை முறுக்காமல் கூடுதலாகச் சுருள் வடிவக் கம்பிச் சுருள்களைப் பயன்படுத்திக் காந்தவிசைக்

கோடுகள் முறுக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இவை பிளாஸ்மா துகள்கள் குறுக்கே இடம் பெயர்வதைத் தடுக்கும்.

டோக்காமாக என்னும் கருவி முதன்முதலாகச் சோவியத் நாட்டில் உருவாக்கப்பட்டது. அதில் அடக்கல் காந்தப்புலம் வெளியிலிருந்து செலுத்தப்பட்ட ஒரு வலிவான வளைய வடிவக் காந்தப்புலம் மற்றும் பிளாஸ்மாக்குள் ஓடும் ஒரு வலிவான மின்னோட்டத்தினால் உண்டாக்கப்பட்ட காந்தப்புலம் ஆகியவற்றின் தொகுப்பாக இருக்கும். அவற்றின் தொகுப்பானாக உண்டாகும் அடக்கல் காந்தப்புலம் சுருள் வடிவ விசைக்கோடுகளைத் தோற்றுவிக்கும். பிளாஸ்மாவை அடக்கி வைக்கும் உத்திகளில் டோக்காமாக் பெருமளவில் பயன்படுகிறது.

2. திறந்த அமைப்புகள் எனப்படுகிறவற்றில் புலவிசைக் கோடுகள் பிளாஸ்மா அடங்கியுள்ள பகுதிக்கு வெளியில் பரவியிருக்கும். ஆடியெந்திரம் எனப்படுவது இவ்வகை அமைப்புகளுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. அதில் உள்ள பகுதியின் இரண்டு முனைகளிலும் வலிவான காந்தப்புலம் அமைகிறது. இந்த முனைகள் ஆடிகளைப் போலச் செயல்படுகின்றன. பிளாஸ்மாவின் மின்துகள்கள் போதுமான அளவு சாய்ந்த கோணங்களில் சுற்றிச் சுற்றி வரும்போது இந்த ஆடிகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் அடக்கி வைக்கப்படுகின்றன. புவியின் காந்தப்புலம் இவ்வாறான ஓர் இயற்கையான ஆடி அமைப்பாக விளங்குகிறது. அது புவிக்காந்தப்புலத்தின் வடமுனைக்கும் தென் முனைக்கும் இடையில் பரவியுள்ள வான் ஆலன் பட்டைகளில் துகள்களைச் சிக்க வைக்கிறது. திறந்த அமைப்புகளில் அடங்கல் நேரம், மோதல்களினாலோ வேறு முறைகளினாலோ துகள்களின் பயணப்பாதைகள் ஏறக்குறையப் புல விசைக் கோடுகளுக்கு இணையாகத் திரும்ப ஆகும் சராசரி நேரத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஆடி அமைப்புகளில் அடங்கல் நேரம் அமைப்பின் பரிமாணங்களைப் பொதுவாகச் சார்ந்திருப்பதில்லை. வெப்ப நிலை உயர உயர அடங்கல் நேரமும் கூடும்.

காந்தப் பாய்மவியக்கவியல் நிலையாமைகளைத் தணிப்பதற்காகத் திறந்த அமைப்புகள் காந்தக்கிணறு என்னும் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன. அதன்படி அடக்கும் காந்தப்புலத்தின் வலிமை ஆரத்திசைகளில் அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். மூடிய அமைப்புகளில் இத்தகைய காந்தக்கிணறை உண்டாக்க முடியாது. எனவே அவற்றில் காந்தப் பாய்மவியக்கவியல் நிலையாமைகளை எளிதாக அடக்க முடியாது.

துகள் இடைவினைகள். பிளாஸ்மாவில் பல துகள் இடைவினைகள் நிகழ்கின்றன. அவை மீள்தன்மையுள்ளவை, மீள்தன்மையற்றவை என இருவகைப்படும். மீள்தன்மையுள்ள மோதல்களின் போது துகள்களின் அமைப்பும் உள்ளிட ஆற்றல் மாறா. அவற்றின் வேகங்கள் மட்டுமே மாறும். ஆற்றலும் உந்தமும் மாறிலிகளாயிருக்கும். இரண்டிலும் நிலையணுக்கள் மிக நெருக்கமாக வரும் பிளாஸ்மாவின் விசைகளின் வலிமை கணிசமாக உயர்கிறது. விளிம்பிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களைக் கலைக்கும் அளவுக்கு நெருக்கம் மிகும்போது மட்டுமே எலெக்ட்ரான் விலக்கு விசைகள் செயல்படத் தொடங்குகின்றன. அந்நிலையில் இடைத்தொலைவு குறையக் குறைய விசைகள் விரைந்து அதிகரிக்கின்றன. இந்த விசைகளும் அவற்றுடன் தொடர்புள்ள நிலை ஆற்றலும் தொலைவைப் பொறுத்த சார்புகள் எனவே ஒரு தோராய மதிப்பீடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இடைவினை செயல்படத் தொடங்கும் தொலைவுக்கு அப்பால் விசையின் வலிமை சுழியெனக் கொள்ளப்படும். அதற்குட்பட்ட தொலைவுகளில் விசையின் வலிமை வரம்பிலியாகும். அணுக்கள் திண்மையுள்ள கோளங்களாக இருந்தால் என்ன விசை தோன்றுமோ அதுவே அணுவிடை விசையாகக் கொள்ளப்படும்.  $r_1, r_2$  என்னும் ஆரங்களைக் கொண்ட துகள்கள் அடங்கிய இரண்டு குழுக்கள் ஒன்றோடொன்று ஊடாட்டம் செய்யும்போது மோதல் வாய்ப்பு  $(r_1 + r_2)^2$  என்னும் அளவுக்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும். சராசரி மோதல் நீளம் என்பது இந்த மோதல் வாய்ப்புக்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலிருக்கும். திண் கோளங்களாகத் தோராயப்படுத்த முடியாத துகள்களின் மோதலுக்கு மோதல் வாய்ப்பைக் கண்டுபிடிப்பது கடினம். பொதுவாக அவற்றின் மோதல் வாய்ப்பு ஆற்றலைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. மின்துகள்கள் வேறு மின்துகள்களால் சிதற வைக்கப்படும்போது மோதல் வாய்ப்பு சிதறும் துகள்களின் இயக்க ஆற்றலின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும். நடுநிலை அணுக்களை மின்துகள்கள் நெருங்கிச் செல்லும்போது அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் அணி வகுப்பில் ஒரு தற்காலிகமான மாற்றம் ஏற்படுகிறது. நடுநிலை அணுவை நெருங்கும் ஒரு நேர் மின்துகள் எலெக்ட்ரான்களைத் தன் பால் இழுக்க முயல்கிறது. நடுநிலை அணுவில் ஏற்படும் இந்த முனைவாக்க விளைவின் காரணம் ஒரு திகரமான கவர்ச்சி விசை செலுத்தப்பட்ட காந்தக் கவர்ச்சி விசை திண்கோளங்களுக்கு ஏற்படுவதை விட அதிகமான மோதல் வாய்ப்பு மதிப்பை உண்டாக்குகிறது. முனை விளைவின் அளவு மின்துகள் நடுநிலை அணுவின்



அருகில் கழிக்கும் நேரத்தைப் பொறுத்தது. எனவே முனையாக்க விளைவு மோதல் வாய்ப்பும் ஆற்றலைப் பொறுத்ததாகவும் இருக்கும். அது இயக்க ஆற்றலின் இருமடி மூலத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும்.

மீள் தன்மையற்ற மோதல்களின் தன்மை வேறு. அத்தகைய மோதல்களின் போது துகள்களின் ஆற்றல் அல்லது உள்ளமைப்பு அல்லது இரண்டுமே மாற்றப்படுகின்றன. இத்தகைய மோதல்கள் பிளாஸ்மா உற்பத்தி முறைகளையும் சிதைவு முறைகளையும் பெருமளவு ஆள்கின்றன.

எலெக்ட்ரான்கள் தம் சிறும ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து மேலே வரும் அளவுக்கு ஆற்றலைத் தந்தால் அணுக்கள் கிளர்வடைகின்றன. அவை அணுவிலிருந்தே விடுபட்டு வெளியேறும் அளவுக்கு ஆற்றலைத் தந்தால் அணுக்கள் அயனிகளாகின்றன. கிளர்வு அல்லது அயனியாக்கத்திற்குத் தேவையான ஆற்றலை அளிக்கப் பல முறைகள் உள்ளன. எலெக்ட்ரான்களைப் போட்டான்களால் தாக்குவது ஓர் அடிப்படை உத்தி. அயனிகள் எலெக்ட்ரான்களை விட அதிக நிறையுள்ளவையாக இருப்பதால் அவை திறம்படக் கிளர்வையோ அயனியாக்கத்தையோ ஏற்படுத்த முடிவதில்லை.

தாக்கும் துகளின் திசைவேகம் அணுவைச் சுற்றிவரும் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகத்திற்கு ஏறத்தாழச் சமமாக இருக்கும்போது மட்டுமே கிளர்வு ஏற்பட முடியும். கிளர்வு அல்லது அயனியாக்கம் ஏற்படுத்தத் தேவையான ஆற்றல் இருக்கும்போது ஆற்றல் கூட கூட இச்செயல்களுக்கான வாய்ப்பு எலெக்ட்ரான்களில் மிகுதியாகிறது. இந்த வாய்ப்புகள் அதிகரித்து ஒரு பெரும மதிப்பை அடைந்த பிறகு கிளர்வு அல்லது அயனியாக்கம் செய்யும் துகள் அணுவின் அருகில் கழிக்கும் நேரம் குறைந்து வாய்ப்புகளின் அளவும் குறைகிறது.

தேவையான அளவில் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ள ஃபோட்டான்கள் அளவு முடுக்கத்தையோ கிளர்வையோ உண்டாக்கக்கூடும். அத்தகைய ஃபோட்டான்களின் முழு ஆற்றலும் அணுக்களுக்கு மாற்றப்படும். அயனியாக்கத்தில் செலவானது போக எஞ்சியுள்ள ஆற்றலை எலெக்ட்ரான்கள் எடுத்துக் கொண்டு ஒடிவிடுகின்றன. ஃபோட்டான்களின் அயனியாக்க வாய்ப்பு  $10^{-18}$  செ.மீ.<sup>2</sup> அளவில் உள்ளது.

அயனிகளும் அணுக்களும் மோதும் போது அவற்றுக்கிடையில் எலெக்ட்ரான்கள் பரிமாறிக் கொள்ளப் படலாம். இத்தகைய நிகழ்வு மின் பரிமாற்றம் என்பபடும். கிளர்வு அல்லது அயனியாக்கத்திற்கான வாய்ப்பை விட மின் பரிமாற்றத்திற்கான வாய்ப்புகள் மிகுதியாக இருக்கும். ஓரளவு

அயனியாக்கமுள்ள பிளாஸ்மாக்களிலும் வேற்று நடுதிலை அணுக்கள் இருக்கும்போது மின்பரிமாற்றங்கள் இன்றியமையாதவையாகின்றன. ஏனெனில் மோதல்களின் போது நடுதிலையாக்கப்பட்டு அயனிகள் அடங்கியுள்ள பிளாஸ்மாவிலிருந்து தப்பியோடி விடலாம்.

மெல்லிய அடர்த்தியுள்ள பிளாஸ்மாக்களில் துகள்கள் மோதிக் கொள்வது அரிது. எனவே அயனிகள் எலெக்ட்ரான் பிடிப்பு மூலமே நடுதிலையடைய முடியும். அப்போது தோன்றும் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களின் மூலம் வெளிப் படுகிறது. விண்வெளியிலுள்ள பிளாஸ்மாக்களில் இத்தகைய மறு இணைப்பு பெருமளவு இம்முறையிலேயே நடக்கிறது.

அடர்த்தி மிக்க பிளாஸ்மாக்களுக்கு நெருக்கமாக இரண்டாம் எலெக்ட்ரான் இருப்பது எலெக்ட்ரான் பிடிப்பை எளிதாக்கி விடுகிறது. பிடிக்கப்பட்ட உந்தத்தை இரண்டாம் எலெக்ட்ரான் ஏற்றுக்கொண்டு உந்தம் மாறாமை என்னும் நிபந்தனையை நிறைவு செய்கிறது. ஆய்வகத்தில் உருவாக்கப்படும் பிளாஸ்மாக்கள் இந்த மூன்று துகள் முறையிலேயே சிதைகின்றன.

துகள் பரவீடு. பிளாஸ்மாவின் அனைத்துத் துகள்களும் ஒரே திசைவேகத்தைப் பெற்றிரா. அவை ஒரு பரந்த நெருக்கமுள்ள தசைவேகங்களைப் பெற்றிருக்கும். சாதாரண வளிமங்களுக்கு இருப்பதைப் போலவே பிளாஸ்மாவிலும் வெப்ப இயக்கச் சமநிலை ஏற்பட வேண்டுமானால் அதன் வெப்பவியல் மற்றும் இயற்பியல் மாற்ற அளவுகள் ஆய்வுக் காலக் கட்டத்திலாவது மாறாமல் இருக்க வேண்டும். ஒரு பிளாஸ்மாவில் முழுமையான வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையைப் பெறுவது மிகவும் கடினம். பல வகையான கிளர்வுகளும், கிளர்வு நீக்கங்களும், துகள் இழப்புகளும் அதற்கு இடையூறாக உள்ளன. ஆயினும் பல நேரங்களில் ஏறத்தாழ வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை ஏற்பட்டு விடுகிறது. அப்போது சாதாரணமான வளிமங்களுக்குப் பயன்படுகிற மாக்ஸ்வல் போல்ட்ஸ்மன் பரவீட்டுச் சமன்பாட்டையே பிளாஸ்மாவுக்கும் பயன்படுத்த முடியும்.

$$P(V) = V^2 \left[ \frac{m}{2\pi KT} \right]^{3/2} \exp \left[ - \frac{mv^2}{2KT} \right]$$

இதில் P(V) என்பது V திசைவேகமுள்ள துகள்களின் சார்பியல் எண்ணிக்கை. m என்பது துகளின் நிறை; T என்பது கெல்வின் வெப்பநிலை; K என்பது போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி.

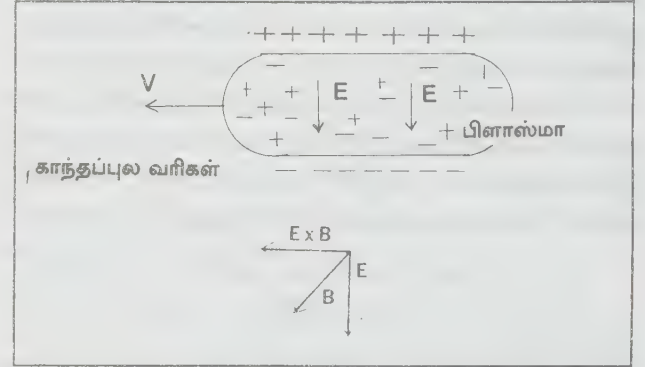
சில நேரங்களில் ஒரு பிளாஸ்மாவில் அயனிகளின் திசைவேகப் பரவீட்டுக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகப் பரவீட்டுக்கும் இடையில் பெருத்த வேறுபாடு இருப்பதுண்டு. ஏதாவது ஒரு காரணத்தால் இருவகைத் துகள்களும் ஓரளவு சமநிலையிலிருந்தால் அவற்றுக்குத் தனித்தனியான வெப்பநிலைகளை வரையறுக்கலாம். அந்த வெப்பநிலைகளுக்கிடையிலுள்ள வேறுபாட்டை நீடித்திருக்கச் செய்கிற வகையில் வெளியிலிருந்து ஆற்றலைச் செலுத்திக் கொண்டிருந்தால் மட்டுமே அந்த வெப்பநிலை வேறுபாடு நீடிக்கும்.

இந்தத் திசைவேகப் பரவீட்டினால் பிளாஸ்மாவில் துகள்களை வினைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே திசைவேகத்தைச் சார்ந்த பல்வேறு இடைவினைகளின் சராசரி விளைவைக் கணக்கிட்டாலே ஒரு குறிப்பிட்ட பிளாஸ்மாப் பண்பைத் தீர்மானிக்க முடியும்.

ஒரு பிளாஸ்மாவின் அனைத்துப் பகுதிகளும் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் இல்லாதபோதும் சில நேரங்களில் சில குறிப்பிடப்பட்ட பகுதிகள் சமநிலையிலிருக்கும். அப்போது அவற்றுக்கு மட்டும் வெப்பநிலை போன்றவற்றை மதிப்பிடவியலும். மேகநாத சாஹு என்பார் உருவாக்கிய சமன்பாட்டின் மூலம் என்னும் வெப்பநிலையில் சமநிலையிலிருக்கும் ஒரு பிளாஸ்மாவில் உள்ள, கிளர்வுற்ற அயனிகளின் ஒப்பு எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட முடிகிறது.

காந்தப்புல விளைவுகள். I நீளமுள்ள ஒரு கம்பியை B என்னும் காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக வைத்து அதை நீளத்திற்கும் காந்தப்புலத்திற்கும் ஒருங்கே செங்குத்துத் திசையில் நகர்த்தினால் அதில்  $q$  என்னும் மின்னுள்ள துகளின் மேல்  $F = Bqv$  என்னும் விசை செயல்படும்.  $V$  என்பது கம்பியின் திசைவேகம். அந்த விசையின் காரணமாகக் கம்பியிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் இடமுணையை நோக்கி நகரும். அதனால் மின்பிரிவினை தோன்றி  $E$  என்னும் மின்புலம் உண்டாகும்.  $Eq = -Bqv$  என ஆகும் வரை மின்பிரிவினை நடைபெறும். எனவே  $E = -Bv$ . கம்பியின் முனைகளுக்கிடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு  $V = El = -Bvl$ . இதில்  $l$  என்பது கம்பி ஒரு நொடியில் கடந்த பரப்பு. எனவே  $Bvl$  என்பது ஒரு நொடியில் காந்தப் பாயத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றம். அதாவது  $V = -d\phi/dt$ . ஒரு மூடிய கம்பி வளையத்தை ஒரு காந்தப்புலத்தில் நகர்த்தினால் அதில் தோன்றுகிற மின்னியக்கு விசை  $e = -d\phi/dt = IR$ . இங்கு  $I$  என்பது வளையத்தில் தோன்றும் மின்னோட்டம்;  $R$  என்பது வளையத்தினுடைய மின்தடை. இது சுழியாகும்போது தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையும்

காந்தப்பாய மாற்ற வீதமும் மறைந்து விடும். ஒரு மூடிய சுற்றில் இணைந்துள்ள பாயம் மாறிக் கொண்டிருக்கும்போது தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தால் ஏற்படும் பாயத்தின் திசை பாயத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைத் தடுக்கிற விதத்தில் அமையும் என்பது லென்சின் விதி. மேலே சொன்ன நிலை இவ்விதியின் ஒரு வரம்பு நிலையே. ஒரு பாயமத்திலும் இந்த நிலை தோன்றும். பாயம் நகரும் போது அதன் கூடவே நகருகிற ஓர் உட்பரப்பின் வழியே உள்ள காந்தப் பாயம் மாறாமலிருக்கவே முனைகிறது. மிகக் குறைவான மின்தடையுள்ள ஒரு பாயமத்தின் துகள்கள் காந்த விசைக் கோடுகளில் உறைந்துவிடுகின்றன எனக் கருதலாம்.



படம் 2. வெற்றிட காந்தப்புலத்தில் பிளாஸ்மாவின் நகர்வு

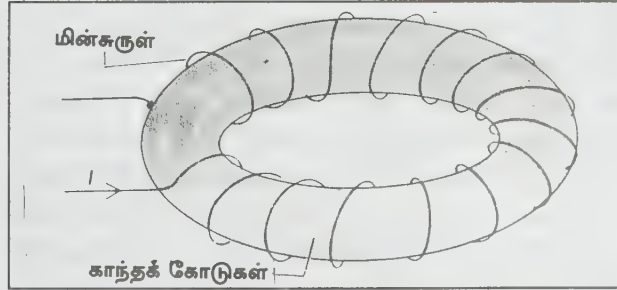
அதே போல ஒரு மின்கடத்தும் பாயமத்திலுள்ள காந்த விசைக்கோடுகள் உறைந்து சிக்கிய நிலையில் உள்ளன என்று கூறலாம். பாயம் நகரும்போது அவை கூடவே நகரும். ஒரு பிளாஸ்மாப்பகுதி இடப்பெயர்ச்சியோ, உருவ மாற்றமோ, அடர்த்தி மாற்றமோ அடையுமானால் அப்பகுதியின் ஊடாகப் பரவியுள்ள காந்தப் பாயம் மாறாது.

ஆனால் மின்தடை சுழியாக இராதபோது விசைக்கோடுகள் விருப்பப்படி நகர முடியும். எனவே நடைமுறையில் புல விசைக்கோடுகள் பிளாஸ்மாவின் இயக்கத்தை பின்பற்றியே ஆகவேண்டிய கட்டாயமில்லை. பிளாஸ்மா நகரும்போது கூடவே நகர முனைகிற காந்தப்புலம் கூட மெல்ல நழுவிச் செல்லும். ஒரு பிளாஸ்மாவில் பரவியிருக்கிற காந்தப்புலம் மாறுகின்ற வீதம் ஒரு காந்தப்புலத்தின் வழியே பிளாஸ்மா விரவல் செய்கிற வீதத்துக்குச் சமம். அது பிளாஸ்மாவின் மின்தடையையும் பரிமாணத்தையும் பொறுத்தது. ஒரு கடத்திக்குள் துகள்கள்



மோதிக் கொள்வதன் காரணமாகவே மின்தடை தோன்றுகிறது. இத்தகைய மோதல்கள் இல்லாதபோது செலுத்தப்படுகிற மின்புலங்கள் அல்லது காந்தப்புலங்களுக்கு ஏற்றபடி துகள்கள் தடங்கலின்றி இயங்கும். இவ்வாறு மின்தடையற்ற, மோதல்களற்ற ஒரு பிளாஸ்மாவில் எலெக்ட்ரான்களும் அயனிகளும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள காந்தப்புலக் கோடுகளைச் சுற்றிச் சுருள்பாதைகளில் சுற்றி வரும். அதைத் தடுக்கிற மோதல்கள் இல்லாமையால் துகள்களும் பிளாஸ்மாவும் புலத்தைப் பொறுத்து ஒட்டு மொத்தமாக நகர முடியாது.

மோதல்கள் ஏற்பட்டால் மின்தடை சுழியாக இராது. புலக்கோடுகளைச் சுற்றி வரும் துகள்கள் மோதல்களின் காரணமாகச் சிதறி விடும். இந்தச் சிதறலின் ஒழுங்கற்ற தன்மை காரணமாகத் துகள்கள் வரிசையாக வெவ்வேறு புலக் கோடுகளுடன் ஒட்டிக்கொள்ள முடிகிறது. இவ்வாறு அவை காந்தப்புலத்துக்குக் குறுக்கே விரவும். அயனிகள், எலெக்ட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் மோதல் அதிர்வெண்ணுக்கும், சைக்ளோட்ரான் அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையிலான தகவு இந்தச் சூழ்நிலைகளில் பிளாஸ்மாவின் செயல்பாட்டை நிர்ணயிப்பதில் பெரும் பங்காற்றும்.



படம் 3. டாரசில் காந்தப்புல கோடுகள்

பெரும்பாலான சூழ்நிலைகளில் ஒரு பொருளின் மின்கடத்தும் பண்புகள் லேசான, விரைவாக ஓடும் எலெக்ட்ரான்களைப் பெருமளவு பொறுத்திருக்கும். இவ்வாறு மின்தடை வழக்கமாக எலெக்ட்ரான் மோதல் விளைவுகளையே குறிப்பாகச் சார்ந்திருக்கிறது. மோதல் அதிர்வெண், மோதல் வாய்ப்புகளையும், எலெக்ட்ரான்களின் வெப்ப அதிர்வுகளையும் பொறுத்தது. அடர்த்தி, வெப்பநிலை ஆகியவை மாறும்போது மின்தடை பெருமளவில் மாறாது. எனவே வெப்பநிலையால் ஏற்படும் விளைவைத் தனியாகக் கருதலாம். பிளாஸ்மாவில் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மோதல் அதிர்வெண் குறைந்து மின்தடையும் குறையும். இது சாதாரண மின்கடத்திகளில் காணப்படும் நிலைக்கு மாறானது.

பிளாஸ்மாவின் மேல் காந்தப்புலத்தைச் செலுத்தினால் காந்தப்புலத்தின் திசையிலுள்ள மின்தடையைவிட அதற்குக் குறுக்கான திசையிலுள்ள மின்தடை கூடுதலாக அமையும். பிளாஸ்மா காந்தப்புலத்துக்குச் செங்குத்தாக நகரும்போது மின்னோட்டம் தூண்டப்பட்டுப் புலத்துடன் வினை செய்யும், அதனால் பிளாஸ்மாவின் மேல் IB என்னும் விசை மின்னோட்டங்களுக்கும் காந்தப்புலத்துக்கும் ஒருங்கே செங்குத்துத் திசையில் உண்டாகும். காந்தப் புலத்தினால் ஒடுக்கி வைக்கப்பட்ட பிளாஸ்மா டயா காந்தத் தன்மையுள்ளது. அதாவது பிளாஸ்மாவுக்குள்ளிருக்கிற காந்தப்புலம் சுற்றியுள்ள காந்தப்புலத்தை விட வலிமை குறைந்திருக்கும்.

பிளாஸ்மா ஒடுக்கப்படுவதற்குக் கிள்ளல் விளைவு ஒரு எடுத்துக்காட்டு. குறைந்த மின் தடையுள்ள ஒரு பிளாஸ்மா உருளை வடிவத்திலிருக்கும்போது அதன் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் உருளையைச் சுற்றி வளைகளைப் போல ஒரு காந்தப்புலம் உண்டாகும். அதன் உள்ளேயும் வெளியேயும் உள்ள காந்த அழுத்தங்களுக்கு இடையில் உள்ள வேறுபாடு உள்ளேயிருக்கிற துகள் அழுத்தத்தை விட மிகுதியாக இருந்தால் பிளாஸ்மா உருளை சுருங்கி கூம்பு வடிவமடையும். சிறிய இடப்பெயர்ச்சி ஏற்பட்டால் கூட நெளிசல்கள் தோன்றி வளரும். ஏனெனில் குழிவான பரப்பில் காந்த அழுத்தம் அதிகமாக மறுபக்கத்தில் குறைந்துவிடும். நெளிசல்கள் முடிவில்லாமல் வளர்ந்து பிளாஸ்மா குலைந்துவிடும்.

கே. என். ராமசந்திரன்

## பிளாஸ்மாகைனின்

இதைப் பிளாஸ்மா காலிக்கிரெயின் - கைனின் என்றும் குறிப்பர். கணையச் சாறில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது காலிக்கிரெயின் எனப்படுகிறது. (கிரேக்க மொழியில் காலிக்கிரெயின் (kallikrein) என்றால் கணையம் என்று பொருள்). இது குருதிக் குறை அழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது. காலிக்கிரெயினை குருதியில் சேர்த்தால் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் காலிகிரெயினோஜென் (kallikreinogen) உண்டாகிறது. பிளாஸ்மாவின் போலிக் குளோபிலின் பிரிவிலிருந்து குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் பொருளும், மெல்லிழைத் தசைநார்களைத் தூண்டும் பொருளும், டிரிப்சினாலும், சில பாம்பு நச்சுகளாலும் வெளியிடப்படும். இதுவே பிராடிகைனின் எனப்படுகிறது.

உள்ளார்ந்த குருதி உறைவின்போது, திராம்பின் உருவாகிறது. ஆய்வகத்தில் காலிகிரெய்னோஜன் என்னும் பொருளிலிருந்து பிளாஸ்மா, காலிகிரெய்னை வெளியிட முடியும். காலிகிரெயின், பிளாஸ்மினோஜன் மீது வினைபுரிந்து பிளாஸ்மினை உண்டாக்கலாம். பிராடிகைனின் குருதி நாள விரிவாக்கியாக பயன்படுவதால் உடனடியாக அகற்ற வேண்டும். பிராடிகைனின்னை, கைனேஸ் எனப்படும் இரண்டு பெப்டிடேஸ்கள் பயனற்றதாக்கி விடுகின்றன.

குருதி நாள நரம்பு சார்ந்த உடல் வீக்கம், பரம்பரை நோயாகத் தோன்றுகிறது. நச்சுக்கொண்ட அதிர்ச்சியின் போது பிராடிகைனின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இதயத் தசைச் சிதைவின்போதும், அதிர்ச்சியின்போதும், பிளாஸ்காலிக் கிரெய்ன் மண்டலம் ஊக்குவிக்கப்பட்டுக் காலிக்கிரெய்னின் அளவு அதிகரிக்கிறது. காலிகிரெய்னோஜன் குறைகிறது. காலிக்கிரெய்ன் அடக்கியும் குறைகிறது. கார்சினாய்டு நோயியத்தில் (syndrome) கைனின் செயல்பாடு கூடுகிறது.

கீல்வாத மூட்டழற்சியிலும், ஒவ்வாமைக் கோளாறுகளிலும், கைனின் பகுதி ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. கணைய அழற்சியில், கைனினோஜன்கள் 50% குறைகிறது. ஸ்டிராய்டுகளின் அழற்சி எதிர் விளைவே, பிளாஸ்மா காலிக்கிரெய்ன் - கைனின் மண்டலத்தின் செயல்பாட்டால் உண்டாகிறது எனக் கருதப்படுகிறது.

அ. சுதிசேசன்

துணைநூல். J.G.Parekh, *API Text Book of Medicine*, Third Edition, API Publishers, Bombay, 1979.

## பிளாஸ்மாவின் அலைகளும், நிலைப் பின்மையும்

காண்க: அலைகளும் | நிலையற்ற தன்மையும், பிளாஸ்மாவின்

## பிளாஸ்மாஸ்கள்

ஒட்டு மொத்தமாக மின் நடுநிலைமைத் தன்மையுள்ள ஓர் அயனிக் கூட்டம் பிளாஸ்மா எனப்படும். அதில் ஏற்படுகிற மின்னடர்த்தி அதிர்வுகளின் ஒரு குவாண்டம், பிளாஸ்மாண் (plasmon) எனப்படுகிறது. பிளாஸ்மாவில் உள்ள மின்களில்

சில தம் கூலும் இடைவினைகளின் விளைவாக அங்குமிங்கும் தன்னிச்சையாகத் திரியக்கூடியவையாக இருக்கின்றன. திண்மங்களில் உள்ள மின்கள் பங்கு கொள்கிற பிளாஸ்மாஸ்கள் உலோகங்களிலும், அரை உலோகங்களிலும், அரைக் கடத்திகளிலும் தோன்றுகின்றன. பெரிய அணுக்களிலும், மூலக்கூறுகளிலும் அவை ஆராயப்பட்டுள்ளன. பிளாஸ்மாஸ்களில் தொடர்புடைய கடத்தல் வகை அல்லது இணைதிறன் வகை எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது துளைகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும், நகரக்கூடிய மின் கூறுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும், வெப்பச் சம சிதைவு நிலையின் (degeneracy) அளவைப் பொறுத்தும், கூட்டு அலைவுகளின் மேல் பரிமாணங்களின் காரணமாக விதிக்கப்படும் கட்டுப்பாடுகளைப் பொறுத்தும் பிளாஸ்மாஸ்கள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

திண்மங்களில் தோன்றும் சில பிளாஸ்மா அதிர்வுகளில் இணைதிறன் பட்டையில் உள்ள அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் பங்கு கொள்கின்றன. அதன் மூலமாகத் தோன்றும் பிளாஸ்மாஸ் ஆற்றல் பெரும்பாலான திண்மங்களில் 10 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவில் உள்ளது. அது தோராயமாக  $E = \hbar(4\pi ne^2/m)^{1/2}$  என்னும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது. இதில்  $\hbar$  என்பது  $2\pi$  ஆல் வகுக்கப்பட்ட பிளாங்கின் மாறிலி,  $n$  என்பது இணைதிறன் பட்டையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி.  $e$  என்பது எலெக்ட்ரானின் மின்,  $m$  என்பது தனியான எலெக்ட்ரானின் நிறை. இணைதிறன் பட்டையின் ஆற்றலுக்கும் நிறைவுறாத பட்டையின் ஆற்றலுக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டை விட மிகுந்த மதிப்புள்ளதாக  $E$  இருக்கும்போது மட்டுமே இச்சமன்பாடு பொருத்தமாக இருக்கிறது. அலுமினியம், மக்னீசியம், பெரிலியம், சிலிகான், காரத்தனிமங்கள் போன்றவற்றில் இந்நிலை காணப்படுகிறது. அரைக் கடத்திகளுக்கும் கலப்படம் செய்யப்பட்ட அரை உலோகங்களுக்கும் இத்தகைய உயர் ஆற்றல் பிளாஸ்மாஸ்களுடன் சேர்ந்த குறைந்த ஆற்றல் பிளாஸ்மாஸ்களும் உள்ளன. இவற்றின் ஆற்றல், வெப்ப நிலையையும் கலப்படத்தின் அளவையும் பொறுத்து எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டின் நூற்றில் சில பங்குகள் முதல் பத்தில் பல பங்குகள் வரையிலிருக்கும். உலோகங்களில் பிளாஸ்மா அலைவு அதிர்வெண்களை விட மிகவும் கூடுதலாக இருக்கும். அரைக் கடத்திகளிலும், கலப்படம் செய்யப்பட்ட அரை உலோகங்களிலும் மோதல் அதிர்வெண்களும், கடத்தல் பட்டைப் பிளாஸ்மா அலைவு அதிர்வெண்களும் ஏறத்தாழச் சமமாக இருக்கும்.



உயர் ஆற்றல் பிளாஸ்மாஸ்கள் உலோகங்களிலும், அரை உலோகங்களிலும் அரைக் கடத்திகளிலும் பதிவு செய்யப் பட்டிருக்கின்றன. 1 - 10 கிலோ எலக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள உயர் ஆற்றல் எலக்ட்ரான்களைப் பிளாஸ்மாஸ்களால் சிதற வைத்து எலக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் இழப்பு நிறமாலையைப் பதிவு செய்வதன் மூலமும், உயர் அதிர்வெண்ணுள்ள மின் காந்தக் கதிர்களை மீள் திறனற்ற முறையில் சிதற வைப்பதன் மூலமும் பிளாஸ்மாஸ்கள் ஆய்வுப் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. நிறை மிக்க அணுக்களில் புற ஊதாப் பகுதி முதல் மென் எக்ஸ் கதிர்கள் பகுதி வரையான நெடுக்கத்தில் திகழும் ஒளிஉட்கவர் வாய்ப்புகளை (photo absorption cross - sections) உயர் ஆற்றல் அணு பிளாஸ்மாஸ்களின் கிளர்வுறுதலின் பதங்களில் பொருள் படைத்த வகையில் சிறந்த விளக்கம் தர முடிகிறது. அரைக் கடத்திகளிலும், கலப்படம் செய்யப்பட்ட அரை உலோகங்களிலும் உள்ள குறை ஆற்றல் பிளாஸ்மாஸ்கள் ராமன் சிதறல் உத்திகள் மூலம் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளன. அதற்குக் கார்பன் டைஆக்சைடு லேசர்களும் தியோடையியம் கலந்த இட்ரியம் அலுமினிய மாணிக்க லேசர்களும் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து பிளாஸ்மா அடர்த்திகள், பிளாஸ்மாஸ் பிரிகைப் பண்புகள், வாழ் நேரங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கின்றன. லாண்டோ தணிப்பு (landau damping), மோதல்கள், பிளாஸ்மாஸ்களுக்கிடையில் திகழும் இடைவினைகள், பிளாஸ்மாஸ்களுக்கும் ஒளியியில் மற்றும் ஒலியியல் ஃபோனான்களுக்கும் இடையில் திகழும் இடைவினைகள் ஆகியவை காரணமாகப் பிளாஸ்மாஸ் பிரிகைப் பண்புகளிலும் வாழ் நேரங்களிலும் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கின்றன. அத்துடன் பொருள்களின் புறப்பரப்பில் பிளாஸ்மாஸ்களிலிருந்து கதிர்கள் வெளிப்படுவது காணப்பட்டுள்ளது. எலக்ட்ரான் புழையிடுதலிலும், ஒளி உமிழ் நிறமாலையிலும் பிளாஸ்மாஸ்கள் உண்டாக்கும் விளைவுகளின் மூலமும் மறைமுகமாகப் பிளாஸ்மாஸ்களை ஆராய முடிகிறது.

ஒரு மின் ஆக்கக்கூறு மட்டுமே நகரக் கூடியதாயும், மற்ற மின்கள் அணுக்கோவை நிலைகளில் கட்டுண்டும் இருக்கும்போது இறுக்க முடியாத பிளாஸ்மா தோன்றுகிறது. எளிய உலோகங்களிலும், புறத்தன்மை அரைக் கடத்திகளிலும், ஒரே ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த அயனி மட்டுமே நகரக்கூடிய வெப்ப நிலைகளில் உள்ள அயனிப் படிகங்களிலும் இத்தகைய ஒற்றை ஆக்கக்கூறு பிளாஸ்மா தோன்றுகிறது. நேர்மின்னுள்ள ஊர்திகள், எதிர் மின்னுள்ள ஊர்திகள் ஆகிய இரு வகைத்

துகளுக்கும் நகரக்கூடியனவாக இருக்கும்போது இறுக்கக்கூடிய பிளாஸ்மா தோன்றுகிறது. தூய அரை உலோகங்களிலும், அகத்தன்மை அரைக் கடத்திகளிலும் நேர்குறியும், எதிர்க்குறியும் கொண்ட மின்னூர்திகள் சம அடர்த்தியில் அமைந்திருக்கிற அரைக் கடத்திகள், மின் கடவாப் பொருள்கள் ஆகியவற்றிலும் இவ்வாறான பன்மைக் கூற்றுப் பிளாஸ்மாக்கள் தோன்றும். B என்ற காந்தப்புலத்தைப் பிளாஸ்மாவில் செலுத்தும்போது, பிளாஸ்மா இறுக்கக் கூடியதா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்தே,  $W = eB/mc$  என்னும் சைக்ளோட்ரான் அதிர்வெண்ணை விடக் குறைந்த அதிர்வெண்களில் பிளாஸ்மா தாங்கக்கூடிய மின் காந்த அலை வகைகள் அமைகின்றன. பிளாஸ்மா இறுக்கக்கூடியதாக இருத்தால் ஆல்ஃப்வேன் (alfven) அலைகளுக்கு மாற்றாக ஹெலிகான் (helicon) அலைகள் தோன்றும். அவற்றின் அதிர்வெண் அலை நீளத்தின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும்.

அரைக் கடத்திகளிலும், மின் கடவாப் பொருள்களிலும் ஒற்றை ஆக்கக்கூறு பிளாஸ்மாவை உண்டாக்க  $10^{-3} - 10^{-4}$  எலக்ட்ரான் வோல்ட் அளவில் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. பன்மை ஆக்கக்கூற்றுப் பிளாஸ்மாவை உண்டாக்க  $0.1 - 5$  எலக்ட்ரான் வோல்ட் அளவிலான ஆற்றல் தேவை. உலோகங்களிலும் அரை உலோகங்களிலும் சுழி ஆற்றல் தேவை. உலோகங்களிலும் அரை உலோகங்களிலும் சுழி கெல்வின் வெப்பநிலையிலும் கட்டற்ற மின்னூர்திகள் இருக்கவே செய்கின்றன. இதன் விளைவாக அறை வெப்ப நிலையிலும் அதைவிடக் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் வெப்பச் சம நிலையிலுள்ள திண்ம நிலைப் பிளாஸ்மாக்களை உண்டாக்க முடியும். பொருளையும் வெப்பநிலையையும் பொறுத்து உலோகங்கள், அரை உலோகங்கள், சில பெருங் கலப்படம் செய்யப்பட்ட அரைக் கடத்திகளிலும் இச்சமநிலைப் பிளாஸ்மாக்கள் சிதைவுறு தன்மையில் (degenerate) இருக்கலாம் அல்லது சில அரைக் கடத்திகளில் இருப்பதைப் போல மாக்ஸ்வெல் வகையாக இருக்கலாம். சம நிலையற்ற திண்ம நிலைப் பிளாஸ்மாக்களைப் பல முறைகளில் உண்டாக்கலாம். எலக்ட்ரான் - துளை உட்புகுத்தல், மின் புலத்தால் தூண்டப்பட்ட மோதல்களால் அயனியாக்கல், ஒற்றை ஃபோட்டான் அல்லது பன்மை ஃபோட்டான் லேசர் முறைகள் இதற்குப் பயன்படும். காரியடேலூரியக் கலவையில் கார்பன் டை ஆக்சைடு லேசரிலிருந்து வரும் ஒளிக் கற்றைகளைப் பாய்ச்சிப் பிளாஸ்மாவை உண்டாக்குவது ஃபோட்டான் லேசர் முறைகளில் ஒன்றாகும்.

மாக்ஸ்வெல் வகைப் பிளாஸ்மாவில் ஒரு மின்னின் மின்னழுத்தம்  $\lambda_D = (\epsilon K T / 4 \pi n e^2)^{1/2}$  என்னும் டபை (debye) நீளத்திற்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளில் கணிசமாகத் தடுக்கப்பட்டு விடுகிறது. இதில்  $\epsilon$  என்பது மின் கடவா மாறிலி;  $K$  என்பது போல்ட்ஸ்மானின் மாறிலி;  $T$  என்பது கெல்வின் வெப்பநிலை;  $n$  என்பது எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி;  $e$  என்பது எலெக்ட்ரானின் மின் ஆகும்.

ஒரு சிதைவு நிலை பிளாஸ்மாவில் மின்னின் மின்னழுத்தம்  $\lambda_{FT} = (\epsilon E / 6 \pi n e^2)^{1/2}$  என்னும் ஃபெர்மி - தாமஸ் நீளத்திற்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளில் கணிசமாகத் தடுக்கப்பட்டு விடும். இதில்  $E$  என்பது ஃபெர்மி ஆற்றல். ஆயினும் அதற்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளில் ஒரு சிறிய அலைவறு மின்னழுத்தம், தொலைவின் மும்மடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் குறைந்து கொண்டே போவதாக மிஞ்சுவதுண்டு. திண்மநிலைப் பிளாஸ்மாக்களில் இத்தடையீடு தொலைவுகள் ஓர் ஆக்சுட்ராம் முதல் ஒரு மைக்ரான் வரை இருக்கும். பண்புகளைப் பிளாஸ்மா எல்லையற்ற விரிவு கொண்டதாகக் கற்பதம் செய்து கொண்டு கணக்கிட முடியும். ஆயினும் பிளாஸ்மாவின் எல்லைகளைக் கணக்கில் கொள்ளும்போது சில குறிப்பிடத்தக்க விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பிளாஸ்மாவுக்கும்  $\epsilon_0$  என்னும் மின் கடவா மாறிலியுள்ள பொருள்களுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பில்,

$$E_s = h \omega_p / (1 + \epsilon_0)^{1/2}$$

என்னும் ஆற்றல் கொண்ட ஒரு புறப்பரப்புப் பிளாஸ்மான் இருக்கிறது. அது புறப்பரப்பில் ஒரு தடையிடு நீளத்திற்குள் அடங்கியிருக்கும். மெல்லிய திண்மப் படலங்களின் மூலமாகப் பாயும் விரைவான எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் இழப்பு நிறமாலையிலும், ஒளியியல் பிரதிபலிப்பிலும், ஆகர் எலெக்ட்ரான் நிறமாலையிலிலும், மெல்லிய மின் கடவா மாறிலிப் படலங்களின் மூலமாக எலெக்ட்ரான்கள் புழையிடு தலிலும் புறப்பரப்புப் பிளாஸ்மான்களைத் துலக்குவதன் மூலம் மேற்பரப்புத் தன்மைகளை ஆய்வு செய்ய முடிகிறது.

பல வகையான இயற்பியல் விளைவுகளுக்குப் பிளாஸ்மான்சுகள் காரணமாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக உலோகங்களில் எலெக்ட்ரான் பிளாஸ்மா படிக்கத்தின் மின்கடத்தல் பண்புகளை மட்டுமல்லாமல், ஒரினக் கவர்ச்சி ஆற்றல் படிக்கக் கட்டமைப்பு, ஃபோனான் அதிர்வெண்கள் ஆகியவற்றையும் ஆளும்.  $L$  என்னும் சிறிய இடைவெளியில் அமைந்த இரண்டு உலோகப் பளங்களுக்கு இடையில் தோன்றும் வான்டர் வால் விசை  $L^{-3}$ க்கு நேர் விகிதத்தில்

மாறுகிறது. அது புறப் பரப்புப் பிளாஸ்மான்சுகளால் தோன்றுவதாகும். இரண்டு மின் கடத்தும் தொடர்களுக்கிடையிலான வான்டர் வால் விசை  $L^{-3}(\log L)^{-3/2}$ க்கு நேர் விகிதத்தில் மாறுகிறது. மின் கடத்தாத தொடர்களுக்கு இடையிலான  $L^{-6}$  விசையை விட இவ்விசை மிகுந்த நெருக்கம் கொண்டதாகும். ஒரு தொடரிலுள்ள கடத்தல் எலெக்ட்ரான் பிளாஸ்மான் வகைகளின் இடம் சார்ந்த பரவலின் விளைவாகவே இந்நெடுக்கம் மிகுந்துள்ளது. சுழல் பாலியீன் (cyclic polyene) மூலக்கூறுகளிலுள்ள பை (PI) எலெக்ட்ரான்களுக்கும் இதே போன்ற ஒளி அலையை ஒத்த பிளாஸ்மான் பரவல் உறவுகள் உள்ளன. எனவே இத்தகைய கார்சினோஜன் போன்ற மூலக்கூறுகளும் மிகப் பெரும் நெடுக்கமுள்ள வான்டர் வால் இடைவினைகளைக் காட்டக் கூடியனவாக இருக்கலாம்.

- கே.என். ராமசுந்திரன்

## பிளையோசீன் காலம்

இது உலக வரலாற்றில் மூன்றாம் யுகம் என்று கூறப்படும். இறுதிக்காலம் (tertiary era) ஆகும். புவியில் மாறுதல்களை ஏற்படுத்திப் பலவகை உயிரினங்களை உருவாக்கித் தந்த இக்காலத்தைப் பல பிரிவுகளாகப் பகுக்கலாம்.

பிளையோசீனில் அதாவது இன்றிலிருந்து 70 லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கி 20 லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன் முடிவடைந்த 50 லட்சம் ஆண்டுக் காலத்தில் புவியின் வெப்பம் பெரிதும் குறைந்து பல்வேறு பாலூட்டி உயிரினங்கள் அழியவும் வெப்பப் பகுதிகளை நோக்கி இடம்பெயரவும் வழிவகுத்தது. இங்கிலாந்தில் உள்ள கிழக்கு ஆங்கிலேயாவில் மேடான நீர்ப்பகுதியில் நீர்வாழ் உயிரிகளின் ஓடுகள் படிந்துள்ளன. இவ்வாறாக தன் வெப்பத்தைக் குறைத்து வந்த பிளையோசீன் காலம் தனக்குப் பின்னால் ஒரு மாபெரும் பிளையோசீன் காலப் பனியுகத்திற்கு வழி தந்தது.

பாறையியல் அடிப்படையில் பிளையோசீன் காலத்துப் படிவுகள் கூழாங்கற்கள், மணல், குருணைமணல், சிவப்பு மற்றும் பழுப்புக் களிமண் போன்றவற்றால் ஆனவை. இவை ராவி, பியாஜ் சீனாப் மற்றும் சீலம் நதிகளாலும் அவற்றின் கிளை நதிகளாலும் அரிக்கப்பட்டு ஒரு சில பகுதிகள் மட்டும் எஞ்சியுள்ளன. இங்கு ஏற்பட்ட தலைகீழ்ப்பிளவுகள் பாறைகள் வெவ்வேறு





மென்மையான உடலும், நீண்ட உணர் கொம்புகளும் உள்ளன. இவ்வகைப் பூச்சிகளின் வாயுறுப்புகள் வலுவற்றன. வெட்டுத்தாடைகள் (mandibles) சிறியதாய் உறுதியற்று இருக்கும். ஒரே வகையான ஈரிரட்டை சவ்வுப் போன்றுள்ளன. பூச்சி அமர்ந்திருக்கும்போது முதுகு நன்கு மடிந்திருக்கும். இறக்கைகளில் காணப்படும் நரம்புப்பரவல் (wing venation) சிறப்பானது. உடலின் பின் முடிவில் நீண்ட மலப்புழைக் கொம்புகள் காணப்படும். முட்டையிட உதவும் கொம்புகள் ஒவிபோசிடர் (ovipositor) இவ்வகைப் பூச்சிகளில் காணப்படவில்லை. இப்பூச்சிகளில் மிகச் சாதாரண வகை உருமாற்றமே காணப்படுகிறது. இளவுயிரிகள் நீரில் கற்களுக்கு அடியில் வாழக் கூடியவை. இவை மாசுற்ற நீரில் வாழ்வதில்லை.

இத்தொகுப்புப் பூச்சிகளில் நீண்ட உணர்கொம்பு பல நுண்ணிய உணர் சீட்டாக்களைக் (cetaceous) கொண்டது. கூட்டுக் கண்கள் மூன்று ஒசெல்லைகளால் (ocelli) ஆனவை. உடலின் பல பகுதிகள் மென்மையானவை. இவை கைட்டின் (chitin) பொருள்களால் வலிவேற்றப்படவில்லை. மார்புப் பகுதியில் மிக தொன்மையான சில பண்புகள் காணப்

படுகின்றன. தனியாக அசையக்கூடிய முன் மார்புக் கண்டம் (pro-thorax) பெரியது. நடு, கடை மார்புக் கண்டங்கள் சமமற்றவை. இவ்வகைப் பூச்சிகளின் இறக்கைகளில் காணப்படும் நரம்புப் பரவல் தொன்மையான பூச்சி வகைகளைப் போன்றுள்ளது.

இப்பூச்சிகளின் உடல் பத்துக் கண்டங்களால் ஆனது. 11ஆம் கண்டம் மிகச் சிறியது. எட்டாம் உடல் கண்டத்தின் அடிப்பகுதியில் பெண் பூச்சிகளில் இனப்புழையும், ஒன்பதாவதில் ஆண் பூச்சிகளின் இனப்புழையும் உள்ளன. ஆண் பூச்சிகளுக்குப் புணர் உறுப்புகள் (copulatory organs) இல்லை. பத்தாம் கண்டத்தில் மலப்புழையும், நீண்ட மலப்புழை நீட்சிகளும் காணப்படுகின்றன.

இப்பூச்சிகளின் உணவுக்குழல் மிக நீளமானது. உணவை அரைக்கும் அரைவைப்பை (gizzard) நன்கு வளர்ச்சி பெழவில்லை. உணவுக்குழல் நீட்சிகள் (entericaeca) காணப்படுகின்றன. சிறு குடல் நீளமற்றது. கழிவு உறுப்புகளான மால்பீசியன் குழாய்கள் (malpighian tubes) 20 - 60 காணப்படலாம். ஓரிரட்டை இணை உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் (salivary glands) இவற்றில் உள்ளன.



பிளேக்காப்டிரா பூச்சிகள்



பூச்சி வகைகளில் காணப்படும் நரம்பு மண்டல அமைப்பாகிய தலைப்பகுதியில் உணவுக்குழல் மேல் கீழ் நரம்புத் திரள்கள் (supra-sub esophageal ganglia) மூளையைப் போன்று செயல்படுகின்றன. மார்புக் கண்டங்களில் 3 வயிற்றுப்பகுதியில் 6 - 8 என நரம்புத்திரள்கள் காணப்படுகின்றன. சுவாசம் மூச்சுக் குழல்களால் நடைபெறுகிறது. இக்குழல்கள் ஈரிரட்டை மார்புக் கண்ட துளைகளாலும் எட்டு இரட்டை வயிற்றுப்பகுதித் திறப்புகளாலும் காற்றை உள்ளிழுத்து வெளிவிடுகின்றன.

ஆண், பெண் பூச்சிகளில் புற வேறுபாடுகள் காணப்படவில்லை. ஆண் பூச்சிகளில் பக்கத்திற்கொன்றாகக் காணப்படும் இரண்டு விந்தகங்களும் ஒன்றோடு ஒன்று வளைவுத்தசை மூலம் இணைந்துள்ளன. விந்து நாளங்கள் தனித்தோ இணைந்தோ இருக்கலாம். பெண் பூச்சிகளில் காணப்படும் சிணையகங்கள் இணைந்தே இருக்கும்.

ஆண், பெண் பூச்சிகளின் புணர்ச்சி, பூச்சிகளில் காணப்படுவது போல் பறந்து கொண்டிருக்கும்போது நடைபெறுவதில்லை. பெண்பூச்சி கல்லின் மீது அமர்ந்திருக்கும்போது ஆண்பூச்சி அதன் மேல் ஏறி அமர்ந்து தன் வயிற்றுப் பகுதியை வளைத்துப் பெண் இனப்புழைக்குள் செலுத்துகிறது. கலவிக்குப் பிறகு பெண் பூச்சி நீர்நிலைகளின் விளிம்புக்குச் சென்று நீரில் 500 - 100 முட்டைகளைத் தொகுதிகளாக (batches) இடுகிறது. தொகுதியிலுள்ள முட்டைகள் ஒன்றோடொன்று ஒரு பிசின் போன்ற நீர்மத்தால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் உருவ அமைப்பில் முதிர் உயிரியைப் போன்றே இருப்பினும் உடல் அளவில் சிறியனவாக உள்ளன. இளவுயிரிகள் நீரில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகளை நன்கு பெற்றுள்ளன. இளவுயிரிகளின் கால்களின் அடிப்பகுதியில் சுவாச உறுப்பான செவுள்கள் (gills) காணப்படுகின்றன. சில பூச்சிகளில் செவுள்கள் கழுத்துப்பகுதியிலும், மார்புப் பகுதிகளிலும், முதல் மூன்று வயிற்றுக் கண்டங்களிலும் காணப்படும். இளவுயிரிகள் ஏனைய வகைப் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகளையும், டயாட்டம் (diatom), ஆல்கா (algae), போன்றவற்றையும் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. இவ்விளவுயிரிகள் 1 - 3 ஆண்டுகளில் பல தோலுரிப்பு களுக்குப் பிறகு முதிர் உயிரியாகின்றன. இத்தொகுப்புப் பூச்சியாகிய பெர்லா செபலோடிசில் (Perla cephalotes) என்பது மூன்றாண்டுகளில் 33 தோலுரிப்புகளை நடத்துவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர்.

கோவி. இராமசுவாமி

## பிளேக்

இந்நோயின் காரணியான எர்சினியா பெஸ்டிஸ் (Yersinia pestis) நுண்ணுயிரி 1834இல் எர்சின், கிடசாடோ ஆகியோரால் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டது. இதையே சிலர் பெஸ்சுரூல்லா பெஸ்டிஸ் (Pasteurella pestis) என்றும் குறிப்பர். அசைய இயலாத, கிராம் நெகடிவ், இண்டால் பாசிடிவ் ஆன இந்நுண்ணுயிர், நோய் பாதிப்பின்போது குருதி, சளி, மண்ணீரல், குடல், நுரையீரல், சிறுநீரகம், கல்லீரல் போன்றவற்றில் காணப்படுகிறது.

தெள்ளுப் பூச்சிகளால் பரவும் இந்நோய், எலிகளைப் பாதிக்கிறது. எலி இறந்தவுடன் தெள்ளுப்பூச்சி மனிதனைக் கடித்து இந்நோயைப் பரப்புகிறது. நோயில் இறுதிக் கட்டத்தில், நோயாளியின் எச்சில் துகள் மூலம் பரவி நுரையீரல் பிளேக்கை உண்டாக்குகிறது (லத்தீன் மொழியில் பிளாகா என்றால் தாக்குதல் என்று பொருள்). தெள்ளுப்பூச்சி கடித்தவுடன், கடித்த இடத்தில் ஒரு பொரிப்பு தோன்றி குருதியுடன் கூடிய அழற்சி தோன்றுகிறது. அருகேயுள்ள திணக்கணுக்கள் வீக்கமடைகின்றன. கல்லீரல், மண்ணீரல், மூளை உறை, நுரையீரல் ஆகியவையும் பாதிக்கப் படுகின்றன.

அறிகுறி. நோய் மறைகாலம் 3 - 6 நாள்களாகும். நுரையீரல் பிளேக்கில் நோய் மறைகாலம் மிகவும் குறைவாகவும் இருக்கிறது. நோய் மூவகைப்படுகிறது. 1. திணக்கட்டி பிளேக்-குளிர், காய்ச்சல், உலர்ந்த தோல், தலைவலி ஆகியவற்றுடன் திடீரென்று இந்த வகை தோன்றி வலியுடனும் வீக்கத்துடனும் கூடிய திணக்கட்டிகளும் உண்டாகின்றன. தொடை இடுக்குப் பகுதியில்தான் இக்கட்டிகள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. மிகையான நாடித் துடிப்பும், வீங்கிய இதயமும், மனக்குழப்பமும், வீங்கிய மண்ணீரலும் இதன் அறிகுறிகளாகும்.

குருதி வழி பரவும் பிளேக், மிகவும் கடுமையாகப் பரவிக் குருதி கலந்த சளியை வெளியேற்றி மூன்றாம் வகையான நுரையீரல் பிளேக்கை உண்டாக்குகிறது. இதில் திடீரென்று இந்நோய் தோன்றுகிறது. இருமல், கடின மூச்சுடன் நுரையும் குருதியும் கலந்த சளி ஆகியவை தோன்றும். சளியில் நுண்ணுயிரிகள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. மார்பின் எக்ஸ் கதிர்ப்படம் எடுத்தால் நோய் திழல்களைக் காணலாம்.

நோய் அறுதியிடல். ரேட்டஸ் எலியும் (rattus rat), சாக்கடைகளில் காணப்படும் எலிகளும் (rattus norvegicus) பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகின்றன. திணக்கட்டியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நீர்மம், சளி ஆகியவற்றைக் கொண்டு கிராம்

முறைப்படி ஆய்வு செய்தால் நுண்ணுயிரைக் காணலாம். மெத்திலின் தீவம் கொண்டு சாயம் ஏற்றினாலும் எர்சினியா பெஸ்டிஸ் நுண்ணுயிரைக் காணலாம். குருதி வெள்ளை யணுக்கள் மிகுதியாகக் காணப்படும். அனைத்துலக விதிமுறைப்படி பிளேக் நோய் தோன்றினால் உடனடியாக உரிய உயர் அலுவலர்களுக்குத் தகவலளிக்க வேண்டும். சாதாரண சாயமுறைகளில் நுண்ணுயிரைக் காண முடியாவிட்டால் வளர்கள் முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு ஹாப்கின் முறை ஏற்றது. இங்கு வெண்ணையோ, தேங்காய் எண்ணையோ கலந்த அகார பயன்படுகிறது. இதிலும் நோய் புலனாகாவிடில் சீமைப் பெருச்சாளிகளுக்குள் ஊசி மூலம் செலுத்தி, 8 நாட்களில் நோய் அறுதியிடலாம். வெள்ளைச் சுண்டெலி எனில் 2 நாட்களில் நோய் உறுதி செய்யலாம்.

மருத்துவமாக ஸ்ட்ரெப்டோமைசினை 1 கி.கி. எடைக்கு 30 மி.கி. என்னும் அலகில் தசை ஊசியாகவோ சிரை வழியாகவோ நாள்தோறும் இருமுறை 7 நாட்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும். டெட்ராசைக்கிளின் 1 கி.கிராமுக்கு 10 மி.கி. அலகில் நாள்தோறும் 4 முறையாக வாய் வழியாகவோ சிரை வழியாகவோ 14 நாட்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும்.

தடுப்பு முறையில் எலி ஒழிப்பு மிகவும் இன்றியமையாதது. 1.5% டயல்டிரின் அல்லது 2% ஆல்டிரின் பொடிக்களைத் தூவி எலிகளை ஒழிக்கலாம். பிளேக் எதிர் ஊசி மருந்தை 0.5 மி.லி. தோல் அடி ஊசியாகவும் பின்னர் 1 மாதம் கழித்து 1 மி.லி. தோல் ஊசியாகவும் மனிதர்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும்.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Paul D. Hereprich (Edr), *Infection Diseases*, Third Edition, Harper & Row, Publishers, Philadelphia, 1983.

## பிளேவர்

இது பருப்பொருளின் அடிப்படைக் கூறான குவார்க்குகளைக் (quark) குறிக்கப் பயன்படுத்தும் சொல்லாகும். அனைத்துப் பருப்பொருளும் ஐவகையான பிளைவர்களைக் (flavour) கொண்ட குவார்க்குகளால் ஆனவை. ஆறாவதாக ஒரு பிளேவரும் கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

பிளேவர்கள் u, d, s, c, b மற்றும் t எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இவை முறையே மேல் (up), கீழ் (down), விந்தை (strange), சார்ம் (charmed), அடி (bottom), உச்சி (top) எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் t-குவார்க், சமச்சீர்மை (symmetry) தொடர்பானது. u, c, t, பிளேவர் ஒவ்வொன்றும் எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்தில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு மதிப்புடைய நேர் மின்னூட்டம் பெற்றது. d, s, b பிளேவர்கள் எதிர் மின்னூட்டம் பெற்றவை. இவற்றின் மின்னூட்ட மதிப்பு எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கு ஆகும்.

புரோட்டானில் இரண்டு u - பிளேவர் குவார்க்கும் ஒரு d - பிளேவர் குவார்க்கும் உள்ளன. நியூட்ரானில் இரண்டு d-பிளேவர் குவார்க்கும் ஒரு u-பிளேவர் குவார்க்கும் உள்ளடங்கியுள்ளன. விந்தைத் துகள்கள் (strange particles) S - பிளேவர் குவார்க்குகளையும் சார்ம் துகள்கள் (charmed particles), C-பிளேவர் குவார்க்குகளையும் பெற்றுள்ளன. விந்தை லேம்டா (strange lambda) துகள், நியூட்ரானைப் போன்றதே. ஆனால் நியூட்ரானிலுள்ள ஒரு d - பிளேவர் குவார்க்குக்கு பதிலாக ஒரு s - பிளேவர் குவார்க் இடம் பெற்றுள்ளது.

மெசான்கள் குவார்க் - எதிர் குவார்க் (quark - antiquark) (q,  $\bar{q}$ ) தொகுப்பாகும். எடுத்துக்காட்டாக l-மெசான், u  $\bar{u}$  அல்லது d  $\bar{d}$  ஆல் ஆனது.  $\phi$ -மெசான் s  $\bar{s}$  தொகுப்பாகும்.  $\psi$  / J-மெசான் s s தொகுப்பாகும். மெசான் c  $\bar{c}$  தொகுப்பையும் Y - மெசான் b  $\bar{b}$  தொகுப்பையும் கொண்டுள்ளன.

குவார்க்குகள், குளுவான்களைப் (gluons) பரிமாறிக் கொள்வதால் குவார்க் இடைவிசை (inter quark force) உண்டாகிறது. இவ்விசைக்கும் பிளேவருக்கும் தொடர்பு இல்லை. ஒவ்வொரு குவார்க் பிளேவரும் மூன்று நிறங்களைப் (colours) பெற்றிருக்கின்றன. அவை சிவப்பு, பச்சை, நீலம் என்பனவாகும். துகள்களில் இருக்கும்போது குவார்க் நிறமற்றதாகக் காணப்படும். காண்க: நிறம் (குவாண்டம் எந்திரவியல்).

ஒரு குவார்க் மற்றக் குவார்க்குகளோடு இணைந்து எலெக்ட்ரான் மின்னூட்டத்தைப் போல 0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ ,..... தொகையீட்டு மடங்குகளைக் (integral multiples) கொண்ட துகள்களாகவே காணப்படும்.

பெ. துரைசாமி



## ஃபிளேவி வைரஸ்

கொசுக்களில் உயிர் வாழ்ந்து மூளை அழற்சி நோயை உண்டாக்கும் வைரசுகளை டோகா வைரஸ், புன்யா வைரஸ் என வகைப்படுத்தலாம். ஃபிளேவி வைரஸ் டோகா வைரஸ் வகையைச் சார்ந்தது. இவை அனைத்துமே மூளை அழற்சி, மஞ்சள் காய்ச்சல், எலும்பு முறிவுக் காய்ச்சல், குருதிப்பெருக்கு நோய் ஆகியவற்றை உண்டாக்குகின்றன.

ஃபிளேவி வைரசால் டெங்கு காய்ச்சல், செயின்ட் லூயிஸ் மூளை அழற்சி, மஞ்சள் காய்ச்சல், போவாசான் மூளை அழற்சி, ரஷ்ய இளவேனிற் காலக் கோடைக்கால மூளை அழற்சி, மேற்கு நைல் மூளை அழற்சி, ஜப்பானிய 'பி' மூளை அழற்சி ஆகிய நோய்கள் உண்டாகின்றன. இந்நோய்களைக் கடத்தும் கொசுக்கள் பெரும்பாலும் ஈடிஸ் ஈஜிப்டும், கியூலெக்சும் ஆகும்.

இந்நோய் பெரும்பாலும் அமெரிக்கா, ஜப்பான், கொரியா, ஆஸ்திரேலியா, ஆஃப்ரிக்கா, மெக்சிகோ ஆகிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது. நுண்மக் கடத்திகளான குயிலெக்சு, ஈடிஸ் ஈஜிப்டை கொசுக்கள் காடுகளிலும் மெதுவாக ஓடும் ஆறுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

மேற்கூறிய நோய்கள் அனைத்திலுமே மூளை அழற்சிக்குரிய அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. 24 மணி நேரத்தில் வைரஸ் குருதி மற்றும் நிணக் கணுக்கள் எலும்பு மஜ்ஜை, மண்ணீரல், நுரையீரல், கல்லீரல் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. 5-6 நாட்களில் மூளை பாதிக்கப்படுகிறது. சிலசமயங்களில் குருதிப்பெருக்கு ஏற்பட்டுச் சிறுநீர், மலம் ஆகியவற்றில் குருதி காணப்படுகிறது. நோய் உறுதி செய்தல் கடினம். டெங்கு காய்ச்சலில் குருதியிலும், செயின்ட் லூயிஸ் காய்ச்சலில் குருதி மற்றும் மூளை, தண்டுவட நீரிலும், மஞ்சள் காய்ச்சலில் குருதியிலும் கல்லீரலிலும் வைரசைக் காணலாம். நோயின் அறிகுறிகளைப் பொறுத்தே மருத்துவம் அமைகிறது.

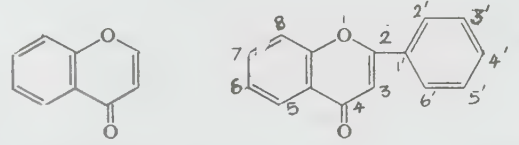
கொசுக்களை ஒழிப்பது இன்றியமையாதது. மஞ்சள் காய்ச்சலுக்குத் தடுப்பூசி பயனளிக்கிறது. கோழிக்குஞ்சு வேக்சின் 17டி (உயிருள்ள வீரியம் குறைந்த வைரஸ்) எனப்படுகிறது. 10 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்ள வேண்டும்

மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். T.P.Monath, *Principles and Practise of Infectious Diseases*, Wiley - Eastern Ltd, New York, 1979.

## ஃபிளேவோன்

தாவர உலகில் மிகுந்துக் காணப்படும் மஞ்சள் நிறமிகளான இவை தனித்த நிலையிலோ, குளுகோசைடுகளாகவோ (அதாவது, ஆந்தோசாந்திடின் எனும் நிறப்பொருளும் குளுகோசும் இணைந்த சேர்மங்களாகவோ) அல்லது டானின்களுடன் (tannins) இணைந்தோ இடம் பெற்றுள்ளன. வேதி நோக்கில், ஃபிளேவோன்கள் ஆந்தோசயனீன்களுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையவை. 2- ஃபீனைல் -4- குரோமான் (ஃபிளேவோன்) எனும் அடிப்படை மூலக்கூறின் பகுதி அலக்கைலேற்றம் செய்யப்பட்ட அமைப்புகளின் ஹைட்ராக்சில் பெறுதிகளே ஃபிளேவோன்கள் எனப்படுகின்றன. பெரும்பாலான ஃபிளேவோன்கள் 5,7 ஆம் இடங்களில் ஹைட்ராக்சிலேற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளன. சிலவற்றில் 3',4',5' இடங்களில் ஒன்றிரண்டு ஹைட்ராக்சிலேற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளன. 5,7,4' ஆகிய இடங்கள் மெத்திலேற்றம் ஆகாதவை; 3', 5' இடங்கள் மெதிலேற்றமுடைத்தவை.



குரோமோன்

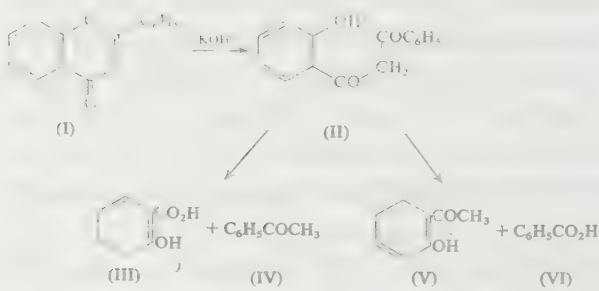
ஃபிளேவான்களின் மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பை அறிவதற்குரிய பொது முறையில் தனித்த ஃபீனாலிக் தொகுதிகளையும், மெத்தாக்சி தொகுதிகளையும் முதலில் அளந்தறிய வேண்டும். பின்பு, எரிகாரத்துடன் உருக்கி நீராற்பகுக்கும் வினையில் வினைவாகும் பொருள்களை பகுத்தறிய வேண்டும். இறுதியாக, தொகுப்பு வாயிலாகக் கட்டமைப்பு திறுவப்படுகிறது. மெத்தாக்சி ஃபிளேவான்களை அமிலத்தைக் கொண்டு தேர்ந்தெடுத்து (selectivity) மெத்திலிறக்கம் செய்யலாம். மெத்திலிறக்கம் (demethylation) காணும் தன்மையின் வேகம்  $3' > 7 > 4' > 7'$  என்ற இறங்கு வரிசையில் அமைந்துள்ளது. மெத்தில் சல்ஃபேட்டையும், சோடியம் பை கார்போனேட்டையும் கொண்டு அசெட்டோன் கரைசலில் மெத்திலேற்றம் செய்கையில், பல்வேறு ஹைட்ராக்சைடு தொகுதிகளின் மெத்திலேற்ற வேகம்  $7 > 4' > 3' > 3$  என்னும் இறங்கு வரிசையில் உள்ளது. மெத்தில் சல்ஃபேட்டையும், ஆல்கஹால் கலந்த நீரிய சோடியம் கார்போனேட் கரைசலையும் பயன்படுத்தி மெத்திலேற்றம் செய்கையில் மேற்கூறிய வரிசை ஏறுமுகமாகத் திரும்புகிறது. இவற்றின்

வினைவாக ஃபிளேவோன்களில் மெத்தாக்கி தொகுதிகளின் இருப்பிடங்களை நன்கு அறிய முடிகிறது.

எரிகாரத்தைக் கொண்டு ஃபிளேவோன்களை நிலையிறக்கம் செய்து, வினைப்பொருள்களை நிறச்சாரல் பிரிகை (chromatography) வழிமுறையில் பகுத்தறியலாம்.

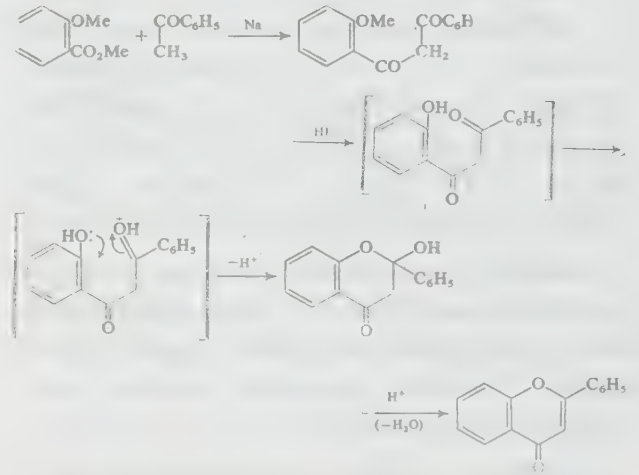
ஃபிளேவோன்கள் எரிகார ஊடகத்தில் மஞ்சள் நிறத்துடனும், அடர்  $H_2SO_4$  ஊடகத்தில் ஆரஞ்சு கலந்த மஞ்சள் நிறத்துடனும்,  $Mg-HCl$  கலவையில் சிவப்பு நிறத்துடனும் விளங்குகின்றன.

ஃபிளேவான் ( $C_{15}H_{10}O_2$ ). ஃபிளேவான் வகை நிறப்பொருள்களுக்கு தாய்ச் சேர்மமான இது பூக்களின் மீதும், இலைகளின் மீதும் தூள் வடிவில் படிந்துள்ளது. அடர்  $KOH$  கரைசலில் கொதிக்க வைக்கும்போது, ஃபிளேவோன் நான்கு வினைப்பொருள்களின் கலவையைத் தருகிறது; சாலிசிலிக் அமிலம் (III), அசெட்டோஃபீனோன் (IV), O - ஹைட்ராக்சி அசெட்டோஃபீனோன் (V), பென்சோயிக் அமிலம் (VI) என்பன. ஃபிளேவோனில் இடம்பெறும் பைரோன் வளையம் வெட்டுண்டு O-ஹைட்ராக்சி பென்சாயில் மெத்தேன் (II) எனும் பொருள் உருவாகிறது. இது இரு வேறு வழிகளில் சிதைவுற்று III, IV ஐ ஒரு வழியிலும், V, VI ஐ மற்றொரு வழியிலும் தருகிறது. பொதுவாக அனைத்து ஃபிளேவோன்களும்  $KOH$  உடன் நிலையிறக்கம் காண்கையில் மேற்கூறிய நான்கு சேர்மங்களையும் தருகின்றன.

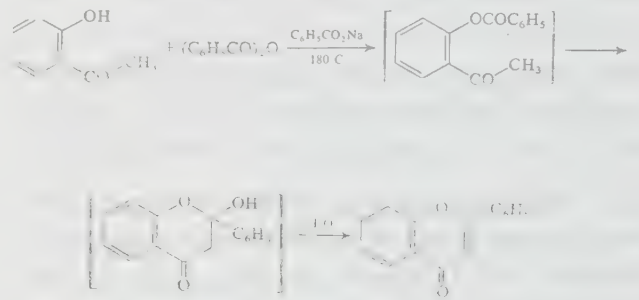


ஃபிளேவோனை மெத்தனாலில் கரைத்த  $Ba(OH)_2$  கரைசலுடன் சூடுபடுத்தினாலோ பிரிடன் கரைசலில் சோடியம் பெராச்சைடுடன் வினைப்படுத்தினாலோ இடைநிலைச் சேர்மமான IIஐ தனித்துப் பிரிக்கலாம்.

கோஸ்டனேக்கி (Kostanecki) தொகுப்பின் வாயிலாக ஃபிளேவோனின் அமைப்பை நிறுவலாம். அல்க்கலைற்றம் செய்யப்பட்ட சாலிசிலிக் அமிலத்தின் எஸ்டரை சோடியத்தின் முன்னிலையில் அசெட்டோஃபீனோனுடன் வினையுறச் செய்தலே இத்தொகுதியின் அடிப்படையாகும். ஃபிளேவோனின் நிலையிறக்கத்தின் மறுதலையாக இதனைக் கொள்ளலாம்.

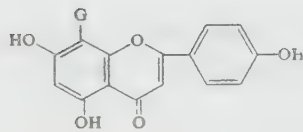
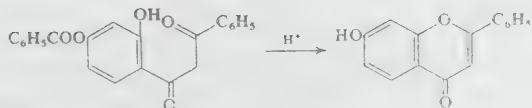
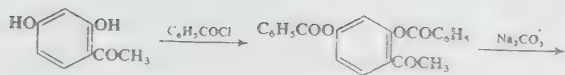


ஃபிளேவோன்களுக்கான மிகவும் பயனுள்ள தொகுப்பு முறை ராபின்சன் முறையாகும். கார ஊடகத்தில் ஃபிளேவோன் நிலையிறக்கம் கண்டு (V) மற்றும் (VI) எனும் சேர்மங்களைத் தரும் இயங்கு முறையின் மறுதலையே இத்தொகுப்பாகும்.

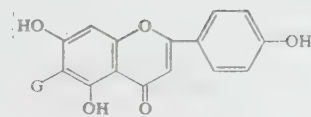


இவை தவிர, உள்ளுறை கிளைச்சன் குறுக்கு வினையின் அடிப்படையில் அமைந்த பேகர்-வெங்கட்டராமன் தொகுப்பு முறையிலும் ஃபிளேவோனைத் தயாரிக்கலாம்.

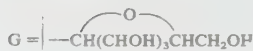




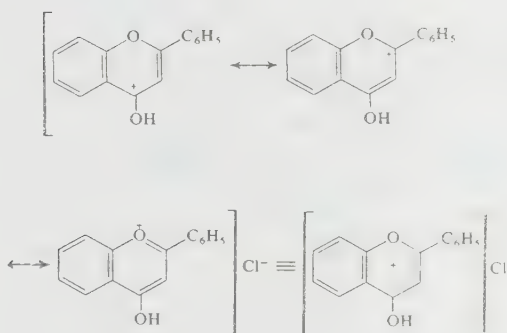
விட்டெக்சின்



ஜசோவிட்டெக்சின்



ஃபிளேவோன்களில் பெரும்பாலானவை நீர், எத்தனால், நீர்த்த அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவற்றில் கரையக் கூடியவை. தனித்த காரங்களை விட ஆக்சோனியம் உப்புக்கள் அடர்ந்த நிறமுடையவை. ஃபிளேவோன்கள் ஆந்தோசயனீன்களைப் போலல்லாமல், இயற்கையில் உப்புக்களாகத் தோன்றுவ தில்லை. ஃபிளேவோன் உப்புக்களின் பொது வடிவமைப்பு உடனியைவுக் கலப்பினமாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.



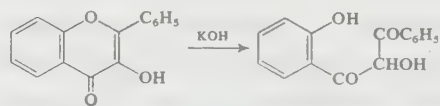
ஃபிளேவோன்களின் ஒரு சிறப்பியல்பு அவை O - கிளைகோசைடுகளாக மட்டுமல்லாமல் C - கிளைகோசைல் பெறுதிகளாகவும் கிடைப்பதுவேயாகும். எ-டு:

இம் மூலக்கூறுகளில் அமைப்பு வகையானதொரு சிக்கல் C - கிளைகோசில் தொகுதியின் இருக்கையை நிறுவுவ தேயாகும். நிறை நிறநிரல் மற்றும் அணுக்கரு காந்த உடனியைவு நிரல் (NMR spectra) ஆகியவற்றைக் கொண்டு C - 6, C - 8

இருக்கைகளுக்கிடையே வேறுபாட்டைக் காணலாம். சுழல்நிற ஈரியல்பு (circular dichroism) அளந்தறிதல் வாயிலாகவும் இவ்விரு இருக்கைகளை வேறுபடுத்திக் காணலாம். 250 - 275 nm வரம்பில் காட்டன்விளைவு (Cotton effect) தோன்றினால் C - 6 கிளைக்கோசில் தொகுதிகள் உள்ளன என்றும், 250 - 275nm வரம்பில் காட்டன்விளைவு தோன்றாவிடில் C - 8 பிணைப்பு என்றும் கொள்ளலாம். இம்முடிவுகள் B - D - குளுகோ பைரானோசைல் ஃபிளேவோன் களுக்குப் பொருந்தும்.

ஃபிளேவோனல் (3-ஹைட்ராக்சி ஃபிளே வோன் - C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>). தாவர உலகில் கிளைக்கோசைடு வடிவில் ஃபிளேவனால் மிகுந்து காணப்படுகிறது. ஃபிளேவனால்கள் இரண்டு உறிஞ்சல் விளைவு நிறக்கோடுகளைத் (I: 350 -390nm; II:250-270nm) தருகின்றது. இவை நீரியக் காரக் கரைசலில் ஆரஞ்சு கலந்த மஞ்சள் நிறத்துடனும், அடர் H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> இலும் அதே நிறத்துடனும், Mg-HCl ஊடகத்தில் சிவப்பு அல்லது இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடனும் விளங்குகின்றன.

எத்தனால் கலந்த KOH கரைவலுடன் கொதிக்க வைக்கும் போது, ஃபிளேவனால் O - ஹைட்ராக்சிபென்சாயில் மெத்தானாலையும் (II), பென்சாயிக் அமிலத்தையும் தருகிறது.

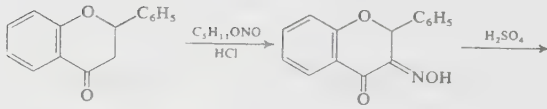
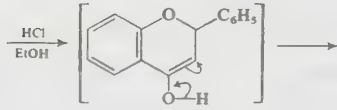
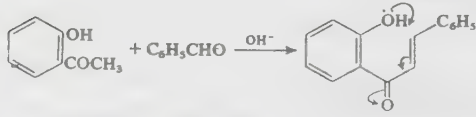


ஃபிளேவனால்.

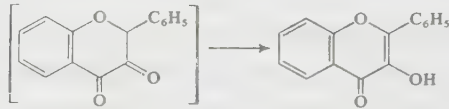


O - ஹைட்ராக்சி அசெட்டோ ஃபிளேன்களை பதிலீடு செய்யப்பட்ட பென்சால்டிஹைடுகளுடன் கிளெய்சன்

வினைக்குட்படுத்தி கோஸ்டனக்கி தொகுப்பு வழியில் ஃபிளேவானாலைப் பெற்று, அதன் வடிவமைப்பை நிறுவலாம்.



ஃபிளேவனோன்

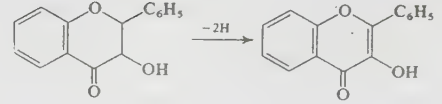
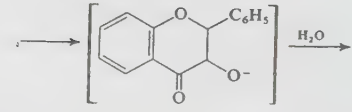
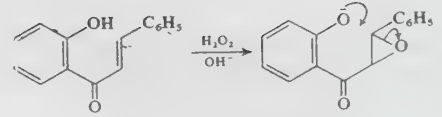


கீட்டோ வடிவம்

ஈனால் வடிவம்

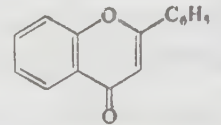
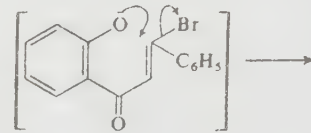
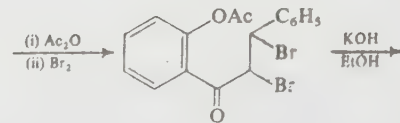
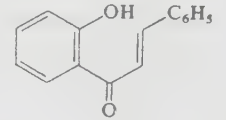
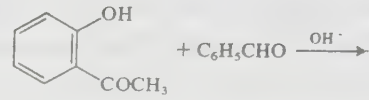
ஃபிளேவனோன் ( $C_{15}H_{12}O_2$ ). ஃபிளேவனோன் களை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்து ஃபிளேவோன்களைப் பெறுவதற்கு பல வினைப்பொருள்கள் உள்ளன. புரோமின்(சேஷாத்ரி குழுவினர்), செலினியம் டை ஆக்சைடு (வெங்கட்டராமன் குழுவினர்), பொட்டாசியம் அசெட்டேட் முன்னிலையில் அயோடின் ஆகியன இம்மாற்றத்திற்கு வினைப்பொருள்களாகப் பயனாகின்றன. பிளேவனோன் மூலக்கூறில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இடம்பெறின், ஹைட்ரஜன் நீக்கம் மூலக்கூறின் அசெட்டைல் பெறுதியின் வாயிலாக செய்யப்படுகிறது.

ஆல்கர் - ஃப்ளேம் - ஓயமடா வினையின் மூலம் ஃபிளேவனால் தயாரிக்கப்படுகிறது. 2' - ஹைட்ராக்சி சால்கோன் எனும் சேர்மத்தை காரம் கலந்த  $H_2O_2$  + உடன் வினைப்படுத்தி, 3-ஹைட்ராக்சி ஃபிளேவோனைப் பெற்று, அதனை ஃபிளேவனாலாக மாற்றுதல் இவ்வினையின் அடிப்படையாகும்.



இது ஃபிளேவனாய்டுகள் யாவற்றுக்கும் பொதுத் தொகுப்பு முறையாகும்.

மாற்று முறை



ஃபிளேவோன்

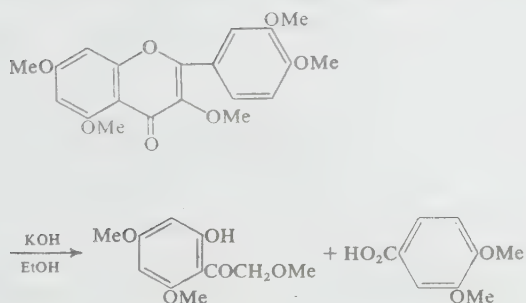
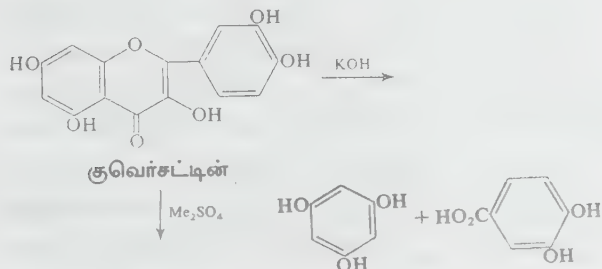
குவெர்சட்டின் ( $C_{15}H_{10}O_7$ ). குவெர்சட்டின் டீரோரியா எனும் மரப்பட்டையில் குவெர்சிட்டரின் எனும் கிளைக்கோசைடு வடிவத்தில் இந்த ஃபிளேவோன் பெறுதி



இடம் பெறுகிறது. ஃபிளேவான் வகை நிறப் பொருள் களிலேயே குவெர்சடினே மிகவும் பரந்து காணப்படும் வகையாகும். அமில வகை நீராற் பகுப்பில், குவாசி்டின் குவாசிடினையும் ராட்னோஸ் எனப்படும் சர்க்கரையையும் தருகிறது.

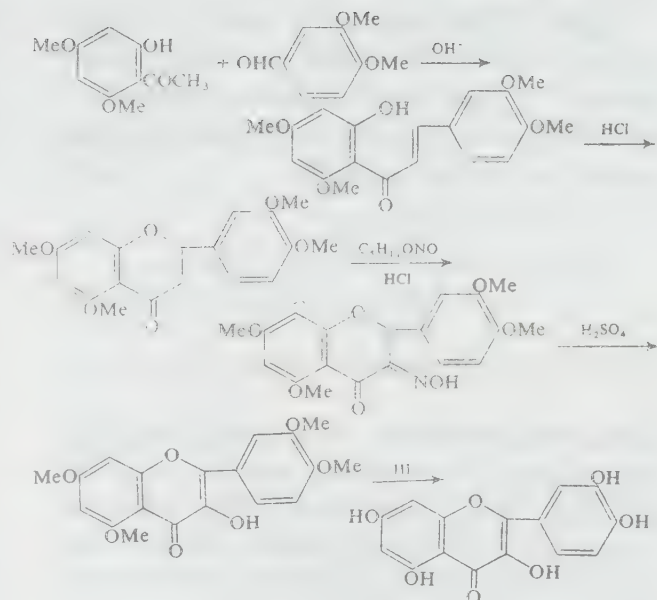


குவர்சடினில் 5 ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளன; மெத்தாட்சி தொகுதிகள் எவையுமில்லை. உடன் KOH உருக்கும்போது, ஃபுளோரோகுளுசீனாலும், புரோடாகாட்டியிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன. மேலும், குவெர்சடினை மெத்திலேற்றம் செய்து பெறப்படும் பென்ட்டா மெத்தில் குவெர்சடினை எத்தனால் கலந்த KOH கரைசலுடன் கொதிக்க வைத்தால், 6 - ஹைட்ராக்சி - 0 - 2,4 டிரை மெத்தாட்சி அசெட்டோஃபீனோனும், வெரட்டிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன. இவ்வாய்வு முடிவுகளிலிருந்து குவாசட்டின் 3, 3', 4', 5, 7 பென்ட்டா ஹைட்ராக்சி ஃபிளேவான் எனத் தெரிய வருகிறது.



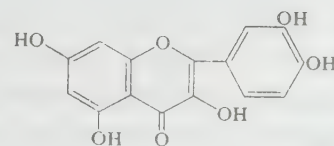
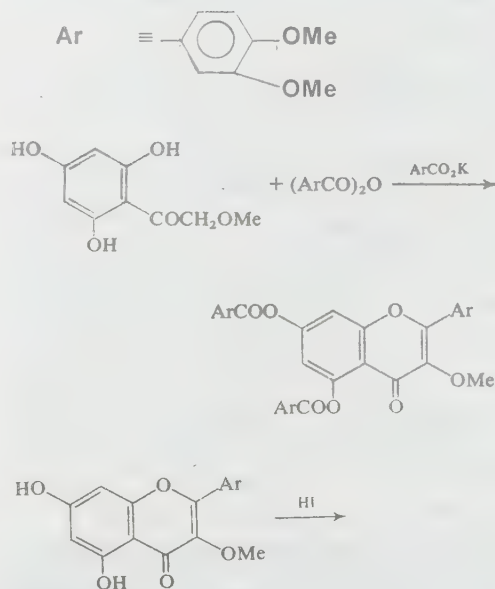
குவாசட்டினின் வடிவமைப்பு தொகுப்பு முறை வாயிலாக அறுதியிடப்பட்டுள்ளது.

ராபின்சனின் கண்டுபிடிப்பான மற்றொரு தொகுப்பு ஃபிளேவனால்கள் தயாரிப்புக்கு பொது வழிமுறையாகும்: 0 - மெத்தாட்சி ஃபுளோரோ அசெட்டோ ஃபிளேனோனை வெரட்டிக் நீரிலியுடன் வெரட்டிக் அமிலத்தின் பொட்டாசியம் உப்பின் முன்னிலையில் வினையுறுத்தல் வேண்டும்.



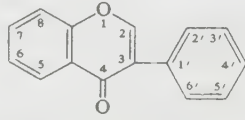
குவெர்சட்டின்

வெரட்டிக் நீரிலி  $(ArCO)_2O$  எனவும், வெரட்டிக் அமிலம்  $ArCOOH$  எனவும் குறுக்கிக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.



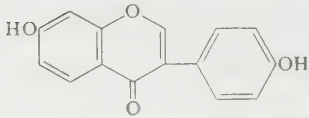
குவெர்செட்டினில் ராட்னோஸ் பகுதியின் இருக்கை 3 எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஐசோஃபிளேவோன். 3 - ஃபீனைல் -4- குரோமோன் பகுதி அல்கைலேற்றம் செய்யவல்ல, ஹைட்ராக்சில் தொகுதி கொண்ட ஐசோஃபிளேவோன்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன; எனினும், ஃபிளேவோன்களைப் போல் மிகுந்தோ, பரந்தோ கிடைப்பதில்லை.

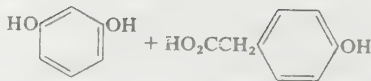
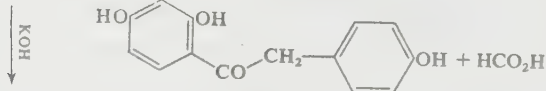


ஐசோஃபிளேவோன்

அவை தனித்த நிலையிலோ, கிளைக்கோசைடுகளாகவோ கிடைக்கின்றன. ஐசோஃபிளேவோன்களின் அமைப்பைக் கண்டறியும் முறை ஃபிளேவோன்களுக்கு உள்ளதைப் போன்றதேயாகும். எனவே, KOH கொண்டு உருக்குகையில் இரு பகுதிகளாக உடைகிறது. எத்தனால் கலந்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடால் நீராற் பகுப்பு செய்யும்போது இடைநிலைப் பொருட்களை பிரித்தெடுக்கலாம். டெயிட்சீன் (daidzein) எனும் ஐசோஃபிளேவோனைக் கொண்டு இதனை விவரிக்கலாம்.

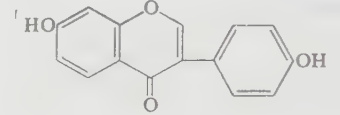
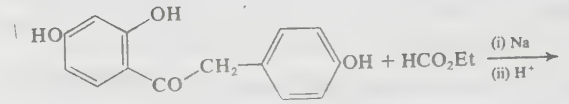
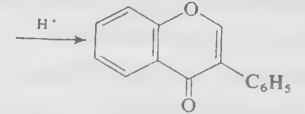
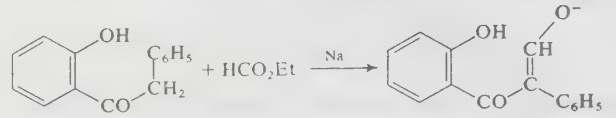


டெயிட்சீன்



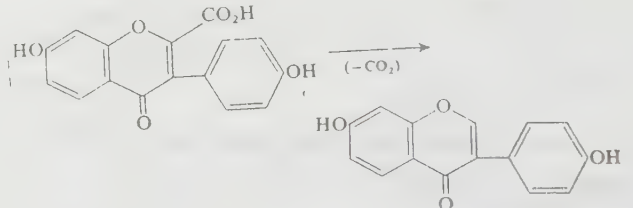
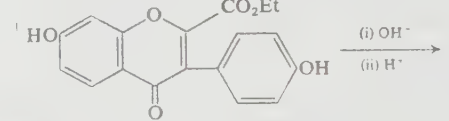
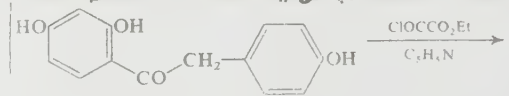
காரம் கலந்த  $H_2O_2$  ஐக் கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து ஐசோஃபிளேவோன்களை நிலையிறக்கம் செய்யலாம்; இம்முறையில் விளைவாகும் துண்டுச் சேர்மங்களை அடையாளம் காணுதல் எளிதன்று; எனினும், 3-ம் இருக்கையிலுள்ள ஃபீனைல் தொகுதியின் பதிலீட்டுத் தொகுதிகளைக் கண்டறிய இம்முறை உதவும். எ-டு: ஜெனிஸ்டின் (genistein) -4',5,7- டிரைஹைட்ராக்சி ஐசோஃபிளேவோன், p - ஹைட்ராக்சி பென்சோயிக்

அமிலத்தை தருகிறது. ஐசோஃபிளேவோனை பென்சைல் - O-ஹைட்ராக்சி ஃபீனைல் கீட்டோனை எத்தில் ஃபார்மேட்டுடன் வினைப்படுத்தி தொகுத்தல் ஒரு பொது வழிமுறையாகும் (ஸ்பாத்த முறை).



டெயிட்சீன்

பேக்கர் - ஒல்லிஸ் (Baker-Ollis) தொகுப்பு முறையின் வாயிலாகவும் ஐசோஃபிளேவோன்களைத் தயாரிக்க இயலும். பென்சைல் -O-ஹைட்ராக்சி ஃபீனைல் கீட்டோன்கள் பிரிடின் ஊடகத்தில் எத்தாக்கைல் குளோரைடுடன் அறை வெப்பநிலையில் வினையுற்று, அவ்வினை விளைபொருள்கள்

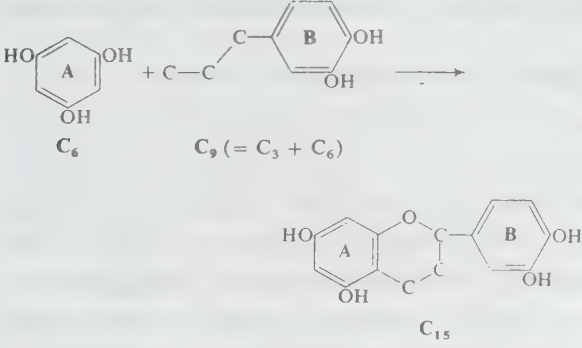


டெயிட்சீன்

காரவகை நீராற்பகுப்புக்கு உட்படுத்தப்பட்டு, பின்பு அமிலமிடப்பட்டு, சூடுபடுத்தப்பட்டு, ஐசோ ஃபிளேவோன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எ-டு: டெயிட்சீன்.



ஃபிளேவனாய்டுகளின் உயிரின வழித் தொகுப்பு. ஃபிளேவனாய்டுகளின்  $C_{15}$  அடிச்சட்டத்தை  $C_6, C_9$  என இரு பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம் என்பது ராபின்சன் கருத்தாகும்.



A வளையமும் B வளையமும் தனித்தனி வழிகளில் உருவாகின்றன. A வளையம் அசெட்டேட் வழியில் உருவாகிறது என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. கதிரியக்க அணு கொண்ட அசெட்டேட் முட்டைக்கோஸ் பயிரில் புகுத்தி, கதிரியக்க தன்மை கொண்ட சயனிடன் குளோரைடு பெறப்பட்டது. கொழுப்பு அமிலங்களின் உயிரினத் தொகுப்பு முறைகளின் முடிவுகளின் அடிப்படையில் ஃபிளேவனாய்டுகளின் உயிரின வழித் தொகுப்புக்கு மலோனில் இணைநொதி (malonyl coenzyme) | இடைநிலைப் பொருளாகத் தோன்றுகின்றது என ஆய்வுகளின் (feeding experiments) முடிவுகள் தெளிவாக்குகின்றன. B வளையம் சிகிமிக் அமில வழி வாயிலாக உருவாகிறது.

குவெர்சட்டின் தயாரிப்பில் சிகிமிக் அமிலம், ஃபீனைல் அலனின் மற்றும் p-ஹைட்ராக்சி சின்னமிக் அமிலம் ஆகியன நல்ல முன்னோடிகளாகும். A மற்றும் B வளையங்கள் ஒன்றிணைந்து ஓர் அணைவு வகை பாலிகீட்டையைத் தருகின்றன; இது குறுக்க வினையுற்று, ஒரு கால்கோனைத் தருகிறது. இது குவெர்சட்டினுக்கு முன்னோடிச் சேர்மமாகும். ஊட்டு வகை ஆய்வுகளில் சின்னமிக் அமிலத்தில் காப்பாச்சில் தொகுதியில் கதிரியக்கத்தைப் புகுத்தினால் இக்கதிரியக்க அணு குவெர்சட்டினில் 4-ஆம் இடத்தில் இருப்பது தெளிவாகிறது.

ஃபீனைல் அலனைனில் கதிரியக்க அடையாள மிடப்பட்ட அணுவைப் புகுத்தி, அதிலிருந்து தொடங்கி

ஃபீளேவோனைத் தொகுக்கும்போது அரைல் தொகுதி இடமாற்றம் நிகழ்கிறது என அறியப்பட்டுள்ளது.

சால்கோனிலிருந்து ஃபிளேவோன் உருவாகும் வினையின் இயங்குமுறையில் இன்னமும் சில ஐயப்பாடுகள் உள்ளன.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol - 2, Sixth Edition, ELBS, London, 1982.

## பிற்கொழுங்கால்

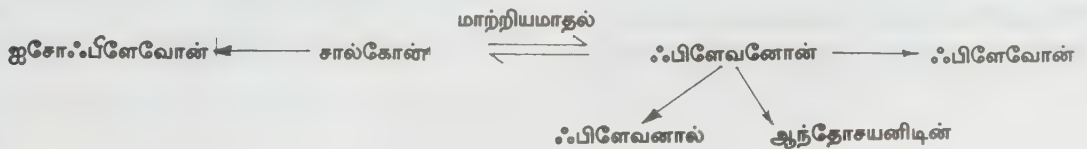
இருபத்தேழு விண்மீன் மண்டலங்களில் இருபத்தாறாம் விண்மீன் உத்திரட்டாதி ஆகும். இது பிற்கொழுங்கால், முரசு, அறிவனாள் எனவும் கூறப்படுகிறது. இவ்விண்மீன் மீன ராசியில் உள்ளது. ஆண்ட்ரோமீடா விண்மீன் குழுவிலுள்ள  $\gamma$  - பெகாசி ( $\gamma$ -Pegasi) விண்மீன் உத்திரட்டாதி எனப்படுகிறது. இவ்விண்மீன் கூட்டத்திலுள்ள  $\alpha$  - பெகாசி ( $\alpha$ -Pegasi) விண்மீன் பூரட்டாதி எனப்படும். இவ்விண்மீன்கள் ஒன்று சேர்ந்து சதுரத்தை (Square of Pegarus) உருவாக்குகின்றன.

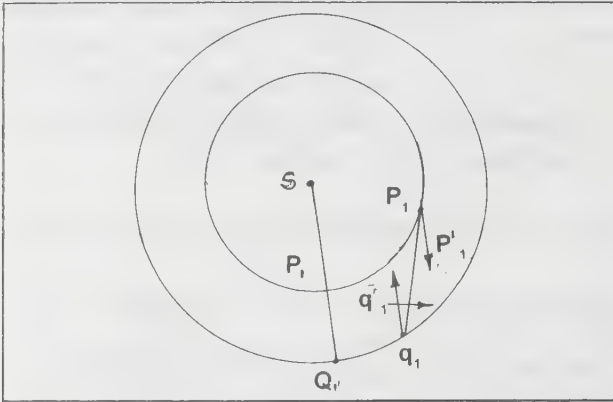
பெ. துரைசாமி

## பிற்போக்கு இயக்கம்(வானியல்)

கோள்கள் சூரியனை இடஞ்சுழியாகச் (மேற்கிலிருந்து கிழக்காக) சுற்றி வருகின்றன. இத்தகைய இயக்கம் கோள்களின் நேரியக்கம் எனப்படும். கோள்களின் பாதையில் சில பகுதிகளில் கோள் எதிர்த் திசையில் இயங்குவது போல் காட்சியளிக்கும். அதாவது வலஞ்சுழியாக (கிழக்கிலிருந்து மேற்காக) நகர்வது போன்ற தோற்றமளிக்கும். கோள்களின் இத்தோற்ற இயக்கம் பிற்போக்கு இயக்கம் (retrograde motion) எனப்படுகிறது.

கோள்கள் அனைத்தும் சூரியனைக் குறிப்பிட்ட பாதையில் சுற்றிவருகின்றன. இவற்றின் பாதைகளின் ஒரு சில நிலைகளில் ஒரு கோளிலிருந்து மற்றக் கோளை நோக்கும்போது நிலையாக இருப்பதுபோல் தோற்றமளிக்கும்.





பொதுவாகக் கோள்கள் சூரியனை இடஞ்சுழியாக சுற்றி வருகின்றன.  $P_1, Q_1$  என்னும் நிலைகளை அடைந்த அடுத்த நாளில் இவற்றின் நிலைகள்  $p_1, q_1$  என இருக்கும்.  $P$  இன் வேகம்  $Q$  இன் வேகத்தை விட மிகுதியாதலால்  $P_1, p_1$  வில்  $Q_1, q_1$  விட நீண்டதாக அமையும்.  $q_1$  வழியாக  $P_1, Q_1$  இணையாக  $q_1, q_1'$  ஐயும்  $P_1$  இலிருந்து  $P_1, Q_1$  க்கு இணையாக  $P_1, p_1'$  ஐயும் வரைய வேண்டும்.

ஒரு நாள் இடைவெளியில் கோள் Q விலிருந்து பார்த்தால் கோள் P இன் திசை வலஞ்சுழியாகச் சுற்றியிருக்கிறது எனப் பெறப்படுகிறது. இதே போல் கோள் P இலிருந்து பார்த்தால் கோள் Q இன் திசை வலஞ்சுழியாகச் சுற்றியிருக்கிறது, என அறியப்படுகிறது. எனவே P இலிருந்து Q ஐப் பார்க்கும்போது அல்லது

**பெ. துரைசாமி**

தாவரங்கள் பெரும்பாலும் சாகுபடி முறையில் உற்பத்தியைப் பெருக்கவும், கலை உணர்வுடன் அழகு தாவரங்களாக வளர்க்கவும் பிற நாடுகளில் இருந்து எடுத்து வந்து அறிமுகப்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் நாள்டைவில் புதிய வேளாண் மேம்பாட்டு முறைகளால் புதிய சூழ்நிலையில் பயனளிக்கத் தொடங்குகின்றன. பொதுவாக எந்தத் தாவரமும் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திற்குரிய தனித்தன்மையை இழப்பதில்லை. கூடுதல் விளைச்சல் பெறவும், நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெறவும் பிற நாட்டுத் தாவரங்கள் இறக்குமதி செய்யப்படுகின்றன. புதுவகையான பிற நாட்டுத் தாவரங்களை அறிமுகப்படுத்தும்போது அவை நோய் நுண்ணுயிரி தாக்கா வண்ணம் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

சோளம், குவாட்டாமாலாவிலும், தென் மெக்சிகோவிலும் தோன்றியதாகும். இன்று நடைமுறை விவசாயத்தில் காணப்படுகின்ற பல்வேறு சோள வகைகள் மாயா, பெரு அசட்டன் ஆகிய நாடுகளில் முற்காலத்திலிருந்தே சாகுபடியில் இருந்து வந்துள்ளது. சோளம், கொலம்பஸ் மூலம் ஐரோப்பா கண்டத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. போர்ச்சுகீசியர்கள் மூலம் சோளம் ஐரோப்பாவிலிருந்து இந்தியாவிற்கு எடுத்து வரப்பட்டது. பின்பு சீனா, மலேயா போன்ற நாடுகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது.

ஓட தாவரம் மையத் தரைக்கடல் பகுதியில் தோன்றியது. இது வணிக நோக்கில் பல்வேறு நாடுகளில் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. இது இயற்கையாகவே கோதுமைத் தாவரத்துடன் களைத் தாவரமாகவே வளர்ந்து பரவியுள்ளது. பார்லித் தாவரம்



சாகுபடித் தாவரங்களிலேயே மிகவும் தொன்மையானது. இது பெரும்பாலும் தென்மேற்கு ஆசியாவிலும், வடக்கு ஆப்பிரிக்காவிலும் தோன்றிய தாவரமாகும். மேலை நாடுகளில் 11-17 நூற்றாண்டுகளில் இது அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. ரை என்னும் தாவரம் அண்மைக் காலத்தில் தோன்றியதாகும். இது ஆப்கானிஸ்தான், துருக்கிஸ்தான் பகுதிகளில் தோன்றிய தாவரம். ரஷ்யா, ஜெர்மனி, போலந்து, செக்கோஸ்லோவாகியா நாடுகளில் இது பெருமளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மக்காச்சோளம் இயற்கையாகவே தோன்றி வளர்ந்த தாவரமாகும். ஆப்பிரிக்க தேசமே மக்காச்சோளத்தின் பிறப்பிடமாகும்.

தினைத் தாவரம் இந்தியாவில் தோன்றியதாகும். இது ரஷ்யா, சீனா, ஜப்பான் நாடுகளில் பெருமளவில் வளர்க்கப்படுகிறது. ராகியும் இந்தியாவில் தோன்றியதே. தற்சமயம் ராகி இந்தோசீனாவில் மிகுதியாக வளர்க்கப்படுகிறது. பட்டாணி முற்காலத்தில் தோன்றிய தாவரமாகும். எத்தியோப்பியாப் பகுதியே பட்டாணியின் தாயகமாகும். உளுந்து, பயறு, கொத்தவரை போன்ற காய்கறித் தாவரங்கள் இந்தியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டவையாகும். மணிலா, பிரேசில் நாட்டில் ஏற்றுமதியாகி முற்கால நாடுகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இந்தியாவில் 16 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் சாகுபடியில் இது பயன்படுத்தப்பட்டது. முந்திரியும் பிரேசில் நாட்டைத் தாயகமாகக் கொண்டது. தற்சமயம் தென் அமெரிக்கா, மொசம்பியா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாகப் பயிராக்கப்படுகிறது. தென்னை மலாய் நாட்டின் தாவரமாகும். இது பெரும்பாலும் கடற்கரைப் பகுதிகளில் நன்கு பயிராகிறது.

அல்மண்டு என்பது மையத்தரைக்கடல் பகுதி நாடுகளில் தோன்றியதாகும். தெற்கு ஐரோப்பா, கலிஃபோர்னியா, தெற்கு ஆப்பிரிக்கா ஆகிய இடங்களில் மிகுதியாகப் பயிராக்கப்படுகிறது. வால்நட் கிழக்கு அமெரிக்கா, கனடா ஆகியவற்றைத் தாயகமாக கொண்டது. இந்தியாவில் காஷ்மீரில் இது பெருமளவு பயிராக்கப்படுகிறது.

காய்கறிப் பயிர்களில் பீட்ரூட் கிரீஸ் நாட்டையும் காரட் மைய ஆசியாவையும் பிறப்பிடமாகக் கொண்டவை. முள்ளங்கி, சீனாவையும், இந்தியாவையும் தாயகமாகக் கொண்ட தாவரமாகும். சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு மைய அமெரிக்காவில் தோன்றிய தாவரமாகும். செவ்விந்தியர்களால் 2000 ஆண்டிற்கு முன்பே சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு பயிரிடப்பட்டுள்ளது. உருளைக் கிழங்கு அமெரிக்காவைச் சேர்ந்தது. அமெரிக்கர்கள் 1573இல் ஐரோப்பாவில் அ.க.15-33அ

உருளைக்கிழங்கை அறிமுகப்படுத்தினர். ஐரிஸ் குடியேற்றவாதிகளால் 1719இல் இது இங்கிலாந்தில் பயிரிடப்பட்டுள்ளது. உருளைக்கிழங்கு போன்று வெங்காயமும் முற்காலத் தாவரமாகும். 4000 ஆண்டிற்கு முன்பே இது சாகுபடி செய்யப்பட்டது. தெற்கு ஆசியா, மையத்தரைக் கடற்பகுதிகளில் தோன்றிய இத்தாவரம் பின்பு உலகம் முழுதும் பரவியுள்ளது. தக்காளி, பெரு, ஈக்குவடார் நாடுகளைத் தாயகமாக கொண்ட தாவரம். இத்தாவரம் ஸ்பெயின் தேச வீரர்களால் ஐரோப்பாவில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவிற்குப் போர்ச்சுகீசியர்களால் கொண்டு வரப்பட்டுச் சாகுபடி அறிமுகப் படுத்தப்பட்டது.

கனி வகைகளில் ஆப்பிள் கிழக்கு ஐரோப்பாவையும், மேற்கு ஆசியாவையும் தாயகமாகக் கொண்டது. 3000 ஆண்டிற்கு முன்பிருந்தே ஆப்பிள் கனி பயிரிடப்பட்டு வந்திருக்கிறது. செரி தாவரம் ஆசியா, ஐரோப்பா நாடுகளை தாயகமாக கொண்டது. திராட்சை காஸ்பியன் கடல் பகுதியையும் மேற்கு ஆசியாவையும் பிறப்பிடமாகக் கொண்டுள்ளது. கிரேக்கர்களும், ரோமானியர்களும், ரோமானியக் கலாச்சாரத்தைப் பரப்புவதற்காக இத்தாவரத்தைப் பெருமளவு பயிரிடத் தொடங்கினர். இன்று மதுபானத் தயாரிப்பில் உலகின் பல நாடுகளில் இது பயிராக்கப்படுகிறது. பேரீச்சை மரம் கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு முன்பிலிருந்தே வளர்க்கப்படுகிறது. அரேபியர்களின் கலாச்சாரத்தில் பேரீச்சை அடிப்படையாக விளங்குகிறது. மாம்பழம் இந்தியாவில் தோன்றியதாகும். மொகாலாய மன்னர்கள் மூலம் இக்கனி மரம் பிலிப்பைன்ஸ், இந்தோசீனா, தாய்லாந்து, மியான்மர் நாடுகளுக்கு பரவியது. கொய்யா மரம் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்தது. இது இந்தியாவில் 17ஆம் நூற்றாண்டில் அமெரிக்கர்களால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. அன்னாசிப்பழம் அதன் பிறப்பிடமான தென் அமெரிக்காவில் இருந்து 1548 இல் இந்தியாவிற்கு எடுத்து வரப்பட்டது.

சமையலில் பயன்படும் நறுமணப் பொருள்களான இஞ்சி, தென்கிழக்கு ஆசியாவில் இருந்து இந்தியாவிற்கு எடுத்து வரப்பட்டது. பின்பு சீனாவில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. கிராம்புச் செடியைப் போர்ச்சுகீசியர்கள் மாலாக்குவாத் தீவில் கண்டுபிடித்தனர். பின்பு அந்தத் தீவில் அவர்கள் குடியேறிக் கிராம்பு வணிகத்தைத் திறம்பட நடத்தினர். குங்குமப்பூ மைய அமெரிக்காவையும் மேற்கு இந்தியத் தீவுகளையும் சேர்ந்தது. 17 ஆம் நூற்றாண்டில் போர்ச்சுகீசியர்களால் இந்தியாவில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. மிளகு, ஏலக்காய் போன்ற தாவரங்கள் இந்தியாவைத் தாயகமாக கொண்டவை. பின்னர்

டச்சுகாரர்களாலும் ஆங்கிலேயர்களாலும் பிற நாடுகளுக்கு இவை பரவின. தேயிலைத் தாவரம் இந்தியாவையும் சீனாவையும் தயாகமாக கொண்டது. கி.மு. 2700 ஆண்டிற்கு முன்பிருந்தே தேயிலைப் பானம் தயாரித்தல் சீனாவில் நடந்து வருகிறது. 12ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பின் காப்பித் தாவரம் முகமதிய நாடுகளுக்குப் பரவத் தொடங்கியது. அரேபியாவிலிருந்து காப்பித்தாவரம் பாரசியன் வளைகுடா வழியாக எகிப்து, சிரியா, துருக்கி நாடுகளுக்குப் பரவியது. 1772ஆம் ஆண்டிலிருந்து பிரேசில் நாட்டில் காப்பி, சாகுபடியில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது.

சிவ. கார்த்திகேயன்

## பிறப்புத்தட ஒழுங்கின்மைகள் (கால்நடை)

பிறப்புத்தட ஒழுங்கின்மைகள் ஒரு மரபணுவின் (gene) தாக்கமாகும். சில மரபணுக்கள் பசுவினத்தையும், சில காளைகளையும் பாதிக்கின்றன. திசுவளர்ச்சிக் குறைவு (hypoplasia) கருமுட்டை உறுப்பிலும், விந்தகத்திலும் ஏற்படுகிறது. இத்தகைய பாதிப்பு ஸ்வீடன் கலப்பின மாடுகளில் காணப்பட்டது. இவ்வின மாடுகளின் பாலில் வெண்ணெயும் கொழுப்புச் சத்தும மிகுந்துள்ளமையால் இம்மாடுகள் பெரும்பாலும் இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இதனால் இந்த ஒழுங்கீனம், பல காளைகளுக்கும் பசுக்களுக்கும் மரபு வழியாகப் பரவியது. பாதிக்கப்பட்ட பசுக்களில் கருமுட்டை உறுப்பின் ஒரு பகுதி இன்றியும் ஜெர்மினல் எபீதீலியம் இன்றியும் காணப்படும். சில பசுக்களில் கருமுட்டை உறுப்பு சிறுநீரக வடிவில் மெலிந்து காணப்படும்.

ஒரு பக்கத் திசுவளர்ச்சிப் பாதிப்பில் பிறப்புத்தடத்தின் குழல் வடிவப்பகுதி முறையாக வளர்ச்சியடையாமலும் இருபக்கத் திசுவளர்ச்சிப் பாதிப்பில் பிறப்புத்தடம் மிகச் சிறியதாகவும் இருக்கும். பசு சினைக்கு வராது. மேலும் இரண்டாம் வகைப் பால் பண்புகள் இரா.

வெள்ளைக் கன்று நோய், முல்லேரியன் குழல் அடைப்பு போன்றவை இனப்பெருக்க வழியில் உருவாகும் குறைபாடுகள் ஆகும். இவ்வகைப் பாதிப்பு பால் உற்பத்தித் திறன் மற்றும் மரபணுக்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இத்தகைய பாதிப்புகளைப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஹைமன் பகுதி சுருங்கியும் கொம்புப்பகுதிகள் இராமலும் அமையலாம்.

சில வகைகளில் கருப்பையின் கொம்புகள் வலப்பகுதியிலோ இடப்பகுதியிலோ பாதிப்படைந்திருக்கும். ஹைமன் சவ்வுப்பகுதி மட்டும் பாதிக்கப்பட்டபோது பிற பகுதிகள், தொடர்ச்சியாக முறையாக இருக்கும். அறுவை மூலம் இவ்வகைப் பாதிப்புகளை அகற்றலாம். உல்பியன் குழல்கள் ஒழுங்காக அமையாமை, கார்ட்னர்ஸ் குழல் குறைபாடு, மேலும் இக்குழல்கள் கருவளர்ச்சியின்போது நன்கு நீக்கப்படாமல் சில பகுதிகள் எஞ்சி இருத்தல் போன்றவை மரபு வழியாக ஏற்படும் குறைபாடுகள் ஆகும். மாடுகளின் கருவளர்ச்சியின் போது முல்லேரியன் குழல்கள் இணையாத நிலையில் கருப்பையில் இரட்டை வாய் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இது பாரம்பரியம் வழியாக மரபணுக்கள் மூலம் ஏற்படுகிறது என்பதற்குத் தக்க சான்றுகள் உள்ளன.

பால் உறுப்புகள் இராமை. இவ்வகைக் குறைபாட்டில் இரண்டு அல்லது ஒரு பால் உறுப்பு அமையாமல் இருக்கலாம். இது மரபு வழியாகவே ஏற்படுகிறது. இத்தகைய பாதிப்புடைய மாடுகள் இனப்பெருக்க வயது வரை இயல்பாகவே இருக்கும். சினை பிடிக்கும்போது உடல் வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படும். இனப்பெருக்கப்பாதை வளர்ச்சி அடையாமல் கன்றுகளில் உள்ளது போலக் காணப்படும்.

இரட்டைக் கன்று மலட்டுப்பசு. இக்குறை பாட்டில் ஆண், பெண் என்று பாலிற்கு ஒன்றாக இரட்டைக் கன்றுகள் கருப்பையில் உருவாகும்போது, பெண் கன்றில் குறைபாடுகள் தோன்றும். இக்குறைபாட்டிற்கான அடிப்படைக் காரணம் ஆண் கன்றில் விரைவாக உண்டாகும் நாளமில்லாச்சுரப்பு, பெண் கன்றில் குறைபாடுகளை உண்டாக்குகிறது. இவ்வகை மாறுபாடுகள் மனித இனத்தில் காணப்படுவதில்லை. ஜெர்சி இனக் காளைகளில் பிறப்பு உறுப்பின் வெளிப்பகுதி மிக சிறியதாகக் காணப்படும். இது கன்று கருப்பையில் வளர்வதைத் தடை செய்யாது. ஆனால் கன்று பிறக்கும்போது தாயின் வெளிப்புறப் பிறப்பு உறுப்பை அறுவை மூலம் விரிவுபடுத்துவது இன்றியமையாதது. இவ்வகைப் பசுக்களில் சிறுநீரகப் பாதிப்பும், சிறுநீரகம் வீக்கமும் சிறுநீரகக் கற்களும் காணப்படும். சில பசுக்களில் கருப்பையின் வாய்ப்பகுதி குறுகிக் காணப்படும். இவ்வகைப் பசுக்களில் ஈஸ்ட்ரோஜன் வகை நாளமில்லாச் சுரப்புகளைப் பயன்படுத்தி வாயை அகலப்படுத்த வேண்டும்.



பிறப்புத்தட ஒழுங்கின்மைகள் மரபியல் வழியாகக் காணப்படும்போது மாடுகளை குறுகிய உறவின் முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யாமல் பரந்த முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்வதால் பயன் கிடைக்கும்.

வி. புருஷோத்தமன்

## பிறப்புறுப்பு (கால்நடை)

பொதுவாக வளர்ப்பு விலங்குகளில் விந்தகம், விரைப்பையினுள் அமைந்துள்ளது. இது உடல் வெப்ப நிலையை விடக் குறைந்த நிலையில் இருத்தல் வேண்டும். ஆகவே இது கருவளர்ச்சியின் போது, வயிற்றுப் பகுதியிலிருந்து இறங்கித் தனிப்பையினுள் சென்றடைந்து பாதுகாக்கப்படுகிறது. யானை போன்ற விலங்கினத்தில் இது வயிற்றுப் பகுதியிலேயே அமைந்து செயல்பட வல்லது. விந்தகம் மிகப் பாதுகாப்பாக விதையுறையினுள் உள்ள விந்திழையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த விந்திழை வளர்ந்தும், சுருண்டும் விந்தகத்தின் மேலே அமைந்துள்ள விந்தணுச் சிறையையும் தமனியையும் கொண்டுள்ளது. விந்தக அமைப்பு, மென்மையான டுனிக்கா வெஜினாலிஸ் (tunica vaginalis) மற்றும் புரோப்பிரியா (propria) என்னும் மென்மையான தோலால் சூழப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்புக்குக் கீழே நெருக்கமான கடினமான இணைப்பு குழல் (tunica albuginea) உள்ளது. மேலும் செப்டா (septa) ரேடியேட்டா எனப்படும் பகுதிச்சவ்வு, விந்தகத்தின் முடிச்ச அமைப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த முடிச்சமைப்புகளினுள் உள்ள ஜெர்யினல் எபித்தீலியம் எனப்படும் சவ்வில் செமினிபெரஸ் குழல்கள் (seminiferous tubules) உள்ளன. இக்குழல்களில் விந்தணுக்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இக்குழல்கள் வளைந்து நெளிந்து ரெடி டெஸ்டிஸ் (rete testis) பகுதி, மேலும் தலைப்பகுதியை | உண்டாக்குகிறது. உற்பத்தியாகும் விந்தணு 6-24 சிறு பிரிவுக் குழாய்கள் மூலம், தலைப்பகுதியை அடைகிறது. விந்தகச் சிரை விந்துத்தண்டு (spermatic cord) மூலமாக விந்தகத்தினுள் நுழைகிறது. விந்தகத்திற்குத் தேவையான சத்துப் பொருள்களைக் கொண்டு செல்ல இது பெரிதும் உதவுகிறது. காளைகளில் இனப்பெருக்கத் தடுப்பிற்கு இக்கற்றையை நசுக்கிவிடவது கையாளப்பட்டு வருகிறது. விந்துப்பை (scrotum) விந்தகத்தை உடல் வெப்ப நிலைக்கேற்றவாறு, இறக்கியும் ஏற்றியும் பாதுகாக்கிறது.

கருமுட்டை உறுப்பும் பெண் இனப்பெருக்கப் பாதையும். பெண் பிறப்புறுப்புகளாக கருமுட்டை உறுப்பும் வளர்ச்சியுற்ற முல்லேரியன் குழாய், குழாய் வடிவ இனப்பெருக்க வழி கருமுட்டை உறுப்புக்குழாய் ஆகியன விளங்குகின்றன.

கருமுட்டை உறுப்பில் கார்டிகல் தசை, குருதிக்குழாய்களுடன் கூடிய கருமுட்டை உறுப்பு வளர் படைத்திசு (germinal epithelium) பல்வேறு நிலைகளில் முட்டைகள் ஆகியன காணப்படும். கருமுட்டை உறுப்பிற்குக் கருமுட்டைச் சிறையிலிருந்து குருதி செல்கிறது.

விலங்கினங்களில், கருமுட்டை உறுப்பின் அளவு அவற்றின் உடல் அளவையும் வயதையும் பொறுத்து வேறுபடும். பசுவின் கருமுட்டை உறுப்பு, முட்டை வடிவமுடையது. மேலும் 0.7 - 5 செ.மீ. அளவு உடையது. வலக் கருமுட்டை உறுப்பு இடக் கருமுட்டை உறுப்பை விடப் பெரியது. ஏனெனில் அது செயல்பாட்டில் பெரும்பங்கு பெறுகிறது. கோழிகளில் இடப்புறக் கருமுட்டை உறுப்பே காணப்படும். வலப்புற உறுப்பு இராது. கருகாலத்தைப் பொறுத்துக் கருமுட்டை உறுப்பின் அமைப்பு மாறுபடுகிறது. கருமுட்டை உறுப்பு கருமுட்டை உற்பத்தி செய்தபின்பு அந்த இடத்தில் 'கார்ப்பஸ் லூடியம்' (corpus leutum) எனப்படும் நிலையை அடைகிறது. கருத்தரிக்காவிடில் இம்முட்டைப்பை சிதைந்துவிடும். கருத்தரிப்பிற்குப் பின்பு இம்முட்டைப்பை சிதைவடையாமல் நிலைத்து நிற்கும். இது கருவை நிலையாகப் பாதுகாக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது. இது நாளாயில்லாச் சுரப்பினை (progesteron) உற்பத்தி செய்து, அதன் மூலம் கருவைக் காக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது.

முதிர்வடைந்த கிராபியன் முட்டைப்பை 12 - 20 மி.மீ. அகலமுடையது. இது மென்மையான, குழிபோன்ற சுவரை உடையது. மஞ்சப் பிண்டம் (corpus leutum) 1 - 2.5 செ.மீ. அகலமுடையது. இது கருமுட்டை உறுப்பின் அளவில் முக்கால் பங்கு உடையது. கருமுட்டை உறுப்பு பல்வேறு கால நிலையில் மாறுபட்டுக் காணப்படும். சில பசுக்களில் ஏற்படும் கட்டி போன்றநிலை 'ஈஸ்ட்ரோஜன்' எனப்படும் நாளாயில்லாச் சுரப்பு ஹார்மோனை மிகையளவில் உற்பத்தி செய்து இனப்பெருக்க வெறி போன்ற நிலையை ஏற்படுத்தும்.

குதிரையின் கருமுட்டை உறுப்புகள் அவரை விதை வடிவமுடையவை. 5 - 12 செ.மீ. அகலமுடையது. இவை வயிற்றுக் கீழ்க்குழியில் மீசோ ஒவோரியம் எனப்படும் பகுதியில் தொங்கிக் கொண்டுள்ளன. குதிரையில் கார்ப்பஸ் லூடியம் காலிபிபிளவர் போன்ற வடிவமுடையது. இது 2 - 3 செ.மீ. அகலமுடையது.

செம்மறியாட்டின் 2 செ.மீ. அளவுடைய கருமுட்டை உறுப்பு, பாதாம் விதை போன்ற வடிவமுடையது.

பெண் பன்றியின் கருமுட்டை உறுப்பு நீள்வட்ட வடிவைக் கொண்டுள்ளது. ஏறத்தாழ 10 கிராம் எடை இருக்கும். இவ்வுறுப்பு பெரும் எண்ணிக்கையில் முட்டைப்பைகளை தோற்றுவிப்பதால், 'மல்பெரி' போன்ற வடிவை அடைகிறது. பசுவில் அமைந்துள்ளதைப் போன்று பன்றியிலும் அமைந்துள்ளது.

நாயின் கருமுட்டை உறுப்புகள் நீளமானவை. 1.5 - 3 செ.மீ. நீளமுடையது. இவை 3, 4ஆம் லம்பார் முதுகெலும்பின் கீழ் நன்கு ஒட்டியுள்ளன. நாயின் கருமுட்டை உறுப்பும் மல்பெரி போன்ற தோற்றத்தினை உடையது. பூனையில் நாயில் இருப்பது போன்று கருமுட்டை உறுப்பு அமைந்துள்ளது. ஆனால் வயிற்றுப் பகுதியில் சற்றுத் தள்ளி தொங்குகிறது. ஏறத்தாழ 1 செ.மீ. அகலமுடையது.

பெண் குதிரை மற்றும் பசுவில் கருமுட்டை உறுப்புக் குழல்கள் 20 - 28 செ.மீ. நீளமுடையவை. இவை வளைந்து, நெளிந்து, கயிறு போன்று கடினமாக 2 - 3 மி.மீ. அகலத்தில் காணப்படுகின்றன. பெண் பன்றியில் கருமுட்டை உறுப்புக்குழல் 15 - 30 செ.மீ. நீளமுடையது. நாய் மற்றும் பூனையில் 5 - 15 செ.மீ. நீளத்திலும் வளைந்தும் நெளிந்தும் இருக்கும்.

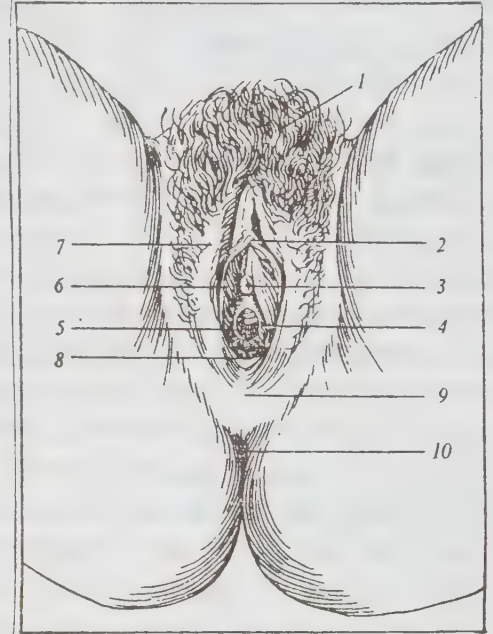
கருப்பைத் தசை, கருவுற்ற முட்டையினைப் பெறுவதற்கும், அதற்கு உணவையும், பாதுகாப்பையும் தருவதற்கும் துணைபுரியும். முல்லேரியன் குழாய் இணையும் கோணத்தைப் பொறுத்து விலங்கினங்களில் கருப்பை அமைப்பு வேறுபடுகிறது. வீட்டு விலங்கினங்களில் கருப்பை உட்சுவர் (endometrium) என்ற அமைப்பு போதுமான அளவு கருக்கொடி ஒட்டுவதற்கும், கரு வளர்வதற்கும் பெரிதும் உதவுகிறது. ஒரு குட்டி போடும் விலங்கில் கருக்கொடி, கருப்பை வாயிலுக்கு எதிராகவும் பல குட்டி போடும் விலங்குகளில் கருப்பைவாயைத் தொடாத நிலையிலும் காணப்படும். கருப்பையினைச் சுற்றியுள்ள தசை, மென்மையான வடிவமைப்பைக் கொண்டது. இது வட்டமான மற்றும் நெடுக்கு அடுக்குகளைப் பெற்றது.

வி. புருஷோத்தமன்

## பிறப்புறுப்பு

பெண்ணின் இனப்பெருக்க உறுப்பு அல்லது யோனி வெளிப்புற உறுப்பு, உட்புற உறுப்பு என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன; இதில் வெளிப்புறப் பிறப்புறுப்பு இனிமையான கிளர்த்தல்களுக்காவும், உட்புற உறுப்பு இனப்பெருக்கத்திற்காகவும் அமைந்துள்ளன.

வெளிப்புறப் பிறப்புறுப்பு. இதில் பூப்புத்திண்டு, பேரிதழ், சிற்றிதழ், கந்து, யோனியின் முகப்பு, பார்த்தோலினின் சுரப்பி ஆகியவை அடங்கும். வெளி உறுப்பைக் கன்னிச்சவ்வு உள்ளூறுப்பிலிருந்து பிரிக்கிறது.



- |                    |              |                     |
|--------------------|--------------|---------------------|
| 1. பூப்புத் திண்டு | 5. முகப்பு   | 8. பின்புறக் குழிவு |
| 2. கந்து           | 6. சிற்றிதழ் | 9. அல்குல்          |
| 3. துளை            | 7. பேரிதழ்   | 10. குதம்           |
| 4. கன்னிச் சவ்வு   |              |                     |

படம் 1. பெண் வெளிப்புற பிறப்புறுப்புகள்

பூப்புத்திண்டு. இது பூப்பிணைப்பின் முன் பகுதியில் அமைந்துள்ள முக்கோண வடிவ மெத்தை போன்ற கொழுப்புப் பொருளாகும்.

பேரிதழ். இது அல்குலின் வெளிப்புற எல்லைகளாக அமையும் தோலின் நீளவாட்ட மடிப்பாகும். பேரிதழ்த்தோலின் அடியில் உள்ள கொழுப்புத் திசுவில், குருதி நாளம், நரம்பு, நார்த்திசு ஆகியவை பொதிந்துள்ளன. பூப்பின் தோலில் முன்புறமாகப் பேரிதழ் முடிவடைகிறது. பின்புறமாகக் குறுகலடைந்து மையக் கோட்டில் சந்தித்து, பின்புற இணைப்பாக அமைகிறது. பேரிதழ்த்து தோலில் மயிர்



காணப்படுகிறது. அதில் வியர்வைச் சுரப்பியும் சீபச் சுரப்பியும் உள்ளன. பேரிதழின் உட்பரப்பைச் சிலேட்டுமம் போன்று தோற்றமளிக்கும் மெல்லிய இளஞ்சிவப்புத் தோல் மூடியுள்ளது.

பேரிதழின் திசுத் தொகுதிகளில் பார்த்தோலினின் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. அவை மொச்சைக் கொட்டை அளவான வட்டமான அல்வியோல் குழல் அமைப்புகளாக உள்ளன. அல்வியோலையில் காணப்படும் புறத்தோலியம் (epithelium) பேரிதழின் பின் பரப்புகளில் காணப்படும் 1.5 - 2 செ.மீ. நீளமுள்ள நாளங்களில் சுரக்கிறது. சிற்றிதழுக்கும், கன்னிச்சவ்வுக்கும் இடையேயுள்ள பிளவில், அந்த நாளங்கள் திறக்கின்றன. பின் இணைப்புக்கு அருகே, பேரிதழின் அடித்தளத்தில் பார்த்தோலின் சுரப்பிகளைத் தொட்டறியலாம்.

பார்த்தோலின் சுரப்பிகளின் சுரப்பு, காரதிலையிலும் (basic) குறிப்பிட்ட மணத்துடனும் வெண்மையான நீர்மமாகவும் உள்ளது. பாலுணர்வுக் கிளர்த்தலின்போது வெளிப்படும் இந்நீர்மத்தின் பணிகளாவன: யோனியை ஈரப்பசையுள்ள தாக்கல், விந்து நீர்மத்தை மெல்லியதாக்கல், இதனால் (விந்தணுவின் இயக்கம் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது) குதத்திற்கும், பின்புற இணைப்பிற்கும் இடையேயுள்ள இடம் பிட்டி இடை எனப்படும். இதை முன்பிட்டி இடை அல்லது பேறுகால இடம் எனலாம். குதத்திற்கும் வால் முள்ளெலும்புக்கும் இடையேயுள்ளதைப் பின்புற பிட்டி இடை எனலாம். இதில் வெளிப்பரப்பில் தோலால் மூடப்பட்ட திசுப்படலமும் தசைகளும் காணப்படுகின்றன. பிட்டி இடையின் 3-4 செ.மீ நீள இணைப்புக்கோடு தோலின் மேல் காணப்படுகிறது. மேற்புறத் திசையில் செல்லும்போது பிட்டியிடை குறுகலடைந்து, மலக்குடலும், யோனியும் ஒன்றையொன்று நெருங்கின்றன. ஆகவே, பிட்டியிடையின் தசைகளும் திசுப்படலமும் சேர்ந்து ஆப்பாக அமைந்து மேல்நோக்கிக் குறுகிவிடுகின்றன.

சிற்றிதழ் (Labia). இது பேரிதழை ஒட்டி மையம் நோக்கிக் காணப்படும் ஓர் இணை தோல் மடிப்பாகும். பேரிதழை அகற்றி விரித்தால் தான் சிற்றிதழைக் காண முடியும். சிலபோது இது அளவில் பெரிதாக இருந்து, பேரிதழுக்கு வெளியேயும் தெரியலாம். முன்புறமாக ஒவ்வோர் இதழும் இரண்டு மடிப்புகளாக முடிவடைகின்றன. வெளிப்புறத்தில் உள்ளது கந்துவின் மேல் சென்று பெண்ணிற்கான முன்தோலாக அமைகிறது. உட்புற மடிப்பு இணைந்து கந்துவின் இணைப்பாக அமைகிறது. பின்புறமாகச் சிற்றிதழ் சிறியதாகி, பேரிதழின் திசுக்களுடன் இணைகிறது. மிகுதியான குருதி நாளப்

பிணையங்களும் நரம்பு நுனிகளும் சிற்றிதழில் பொதித்து கிடப்பதால் பாலுறுப்புக்குக் கூருணர்வு கொண்டுள்ளது.

கந்து. இது சிறிய கூம்பு வடிவ அமைப்பாகும். ஆண்களுக்கு லிங்கம் இருப்பது போன்று காணப்படும். இதில் குருதி ஓட்டம் நிகழ்கிறது. இணைந்த சிற்றிதழின் மடிப்புகளின் இடையே ரைமாபுடெண்டின் முன் கோணத்தின் அருகே ஒரு சிறிய புடைப்பாகக் கந்து அமைந்துள்ளது.

முகப்பு. இது பிறப்புறுப்புப் பிளவிற்கான இடமாகும். இதன் வரையறை எல்லைகளாவன; முன்புறமாக கந்து, பின்புறமாக பின்புற இணைப்பு, நடுவிலகிய நிலையில் சிற்றிதழ், முகப்பின் மேற்புற எல்லை கன்னிச்சவ்வு அல்லது அதன் எஞ்சிய பகுதி. சிறுநீர்ப் புறவழியும் பார்த்தோலின் சுரப்பிகளின் நாளங்களும் முகப்பினுள் திறக்கின்றன. சிறிய கொத்து போன்ற மிகுதியான சுரப்பிகளும், பள்ளங்களும் அடுக்குச் செதில் புறத்தோலியத்தால் போர்த்தப்பட்டு முகப்பில் காணப்படுகின்றன.

சிறுநீர்ப் புறவழி. கந்துவுக்கு 2-3 செ.மீ பின்புறமாகச் சிறுநீர்ப் புறவழித் துளை காணப்படுகின்றன. இது அர்த்தசந்திர நீள் சதுர வடிவத்தில் இருக்கிறது. பெண்களில் சிறுநீர்ப் புறவழியின் நீளம் 3-4 செ.மீ. ஆக உள்ளது. அதன் உட்துளை மாறுபடுகிறது. 1 செ.மீட்டருக்கும் மேலாக அது விரிவடையக்கூடும். இது நேராகச் சிறிது மேல்நோக்கி வளைந்து காணப்படுகிறது. யோனியின் முன்புறச் சுவரின் நீளம் முழுதும் இது ஒட்டியுள்ளது. யோனிச் சுவரின் இப்பகுதி, ஒரு விளிம்பு வடிவில் புடைத்துள்ளது. சிறுநீர்ப் புற வழியின் உட்பகுதியில் உள்ள வட்ட வடிவத் தசைகள், ஒரு வளையம் போன்ற பட்டையை உண்டாக்குகின்றன. இது சிறுநீர் வெளிப்படும் போது மட்டும் திறக்கிறது. சிறுநீர்ப் புற வழியின் வெளிப்பகுதியில் மற்றுமொரு சுருக்குத்தசை காணப்படுகிறது. இது சிறுநீர்ப் பிறப்புறுப்பு பிரிமென் தசையுறையின் (diaphragm) வரி கொண்ட தசைகளால் ஆனது. சிறுநீர்ப் புறவழியின் இரு பக்கங்களிலும் 1-2 செ.மீ நீளமான கிளை கொண்ட நாளங்களில் துளைகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் வெளிப்புறத் துளை சிறுநீர்ப் புறவழியின் சிலேட்டுமப் படலத்தில் திறக்கிறது. சிறுநீர்ப் புறவழியைச் சுற்றியுள்ள சுரப்பிகளின் நீர்மங்களால் சிறுநீர்ப் புறவழியில் துணை ஈரக்கசிவுடன் காணப்படுகிறது.

கன்னிச் சவ்வு. இது யோனித் துளையை மூடிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு படல அமைப்பாகும். கன்னிச்சவ்வின் இரு பக்கங்களிலும் அடுக்குச் செதிள் புறத்தோலியங்கள் காணப்படுகின்றன. அதன் இணைப்புத் திசுவில் தசை நார், நெகிழ் இழை, குருதி நாளம், நரம்பு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. கன்னிப் பருவ நிலையில் கன்னிச்சவ்வின் துளை, அளவிலும், அமைப்பிலும் மாறுபடுகிறது. துளை வட்டமாகவோ, பிறைச் சந்திர வடிவமாகவோ, கூர்மையான விளிம்பு கொண்டோ, பெய்குழல் போன்றோ, பிரிதிரை கொண்டோ இருக்கலாம். சிலபோது கன்னிச்சவ்வில் இரண்டோ மேற்பட்ட துளைகளோ சல்லடை போன்று இருக்கலாம். அரிதாகக் கன்னிச்சவ்வு முழுமையாக யோனித் துளையை மூடிக்கொண்டிருக்கும். கன்னிச்சவ்வில் துளையிராம லிருந்தால் அது பிறவியிலிருந்தே இருக்கக்கூடும் அல்லது குழந்தைப் பருவ அல்குல் அழற்சி போன்ற காரணங்களால் இருக்கலாம்.

முதல் முறையாகப் புணரும்போது, குருதிப் பெருக்குடன் கன்னிச் சவ்வு கிழிந்துவிடும். எஞ்சிய பகுதி, கழலை கொண்ட நாராக மாறலாம். குழந்தைப் பிறப்புக்குப்

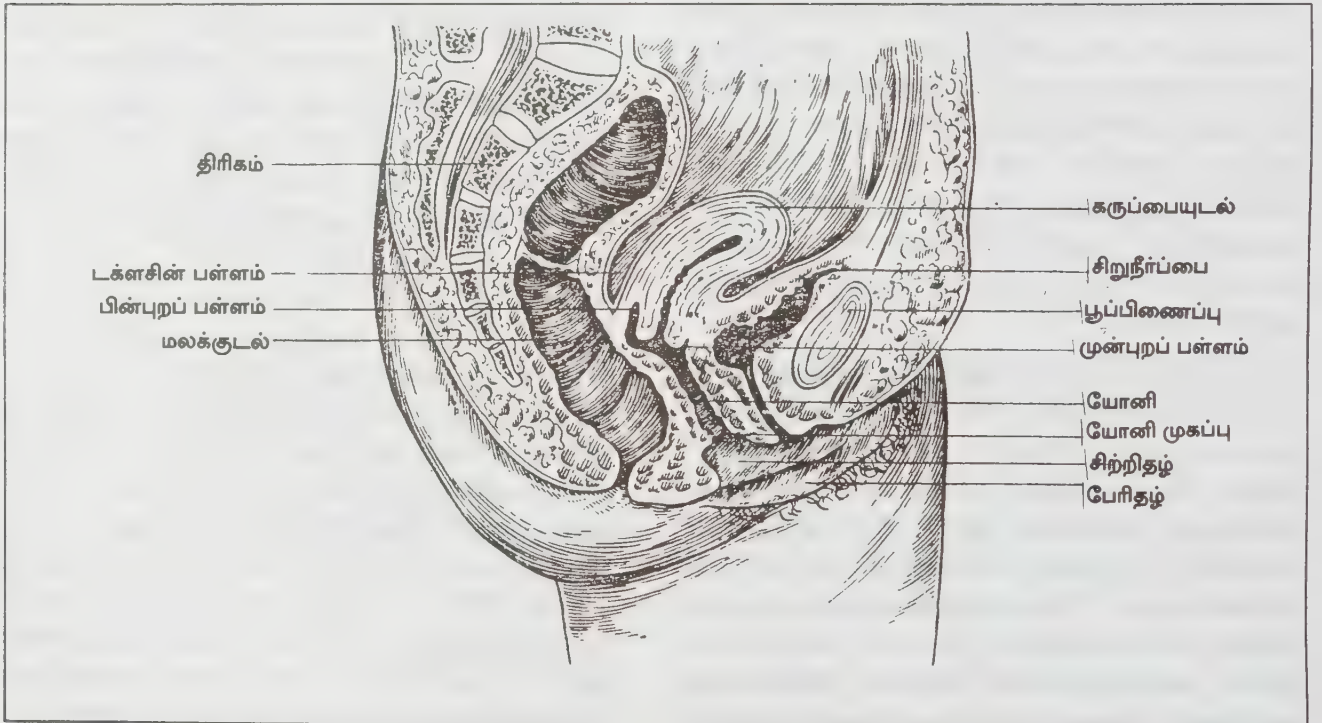
பின்னர், தசைத் திரளை போன்ற கன்னிச்சவ்வின் எஞ்சிய துண்டங்கள் காணப்படுகின்றன. பாலுறவு வாழ்க்கையின்போது குழந்தை பிறப்பின்போதும் கன்னிச்சவ்வின் வடிவத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், ஆய்வுகளின் போது இன்றியமையாதவை. சில பெண்களில் கன்னிச்சவ்வு மிகை நெகிழ் தன்மை கொண்டிருப்பதால் புணர்ச்சியின்போது கூட அது கிழிபடாமல் இருக்கலாம். மிக மிக அரிதாக குழந்தைப் பிறப்பின் பின்னும் கன்னிச்சவ்வு கிழிபடாமல் இருக்கலாம்.

## உட்புறப் பிறப்புறுப்பு

இதில் யோனி, கருப்பை, கருவகக் குழல்கள், கருவகங்கள் ஆகியன அடங்கும்.

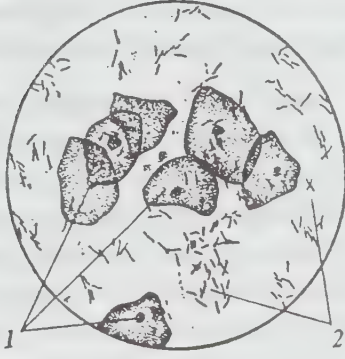
யோனி. இது கூபகத்தின் மைய, சிறிய பகுதியில் அமைந்துள்ள ஒரு தசைப்படலக் கால்வாய். பின்னோக்கியும் மேல்நோக்கியும் இருக்கும். இது கன்னிச்சவ்வில் தொடங்கிக் கருப்பையின் கழுத்தில் முடிகிறது.

யோனியின் நீளமும் அகலமும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. முன்புறச் சுவரின் சராசரியான நீளம் 7 - 8 செ.மீ.

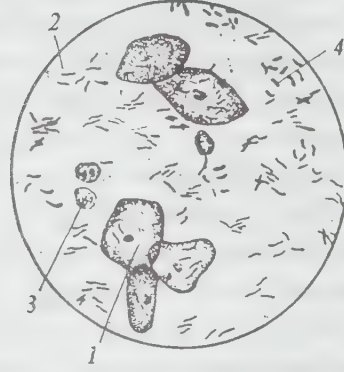


படம் 2. கூபக உறுப்புகள் ( குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்)

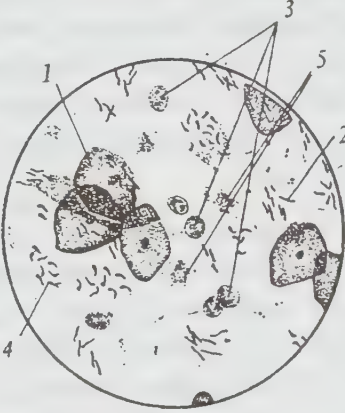




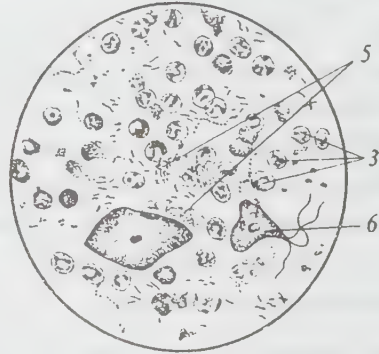
முதலாம் தரம்



இரண்டாம் தரம்



மூன்றாம் தரம்



நாலாம் தரம்

### யோனிச் சுரப்புத் தூய்மையின் தரங்கள்

முதலாம் தரம்: 1. புறத்தோலிய செல்கள் 2. யோனி நுண்ணுயிர்கள் காணப்படுகின்றன.

இரண்டாம் தரம்: 1. புறத்தோலிய செல்கள் 2. யோனி நுண்ணுயிர்கள் 3. தனியான வெள்ளையணுக்கள் 4. காமா நுண்ணுயிர்கள்

மூன்றாம் தரம்: 1. செல்கள் 2. யோனி நுண்ணுயிர்கள் மிகவும் குறைவாக உள்ளன. 3. வெள்ளையணுக்கள் 4. காமா நுண்ணுயிர்கள் 5. வட்ட நுண்ணுயிர்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன.

நாலாம் தரம்: 8 யோனி நுண்ணுயிர்கள் காணப்படவில்லை. வெள்ளை அணுக்கள் 3, வட்ட அறிக்கைகள் 5 மிகையாக உள்ளன. டிரைகோமோனோஸ் யோனி ஒட்டுண்ணிகள் காணப்படுகின்றன.

ஆகும். பின்புறச் சுவரின் நீளம் 1.5 - 2 செ.மீ. ஆகும். யோனியின் அகலம் அதன் விரிதிறனைப் பொறுத்துள்ளது. இது சராசரியாக 2 - 3 செ.மீ. இருக்கும். மேற்பகுதியை விடக் கீழ்ப்பகுதி குறுகலாகக் காணப்படும். யோனியின் முன்புறச் சுவரும், பின்புறச் சுவரும் நகங்குவதால், யோனி வடிவத்தை அடைகிறது. கருப்பையைச் சுற்றியுள்ள யோனியின் மேற்பகுதி ஒரு கூரையாக உள்ளது. கருப்பைக் கழுத்தினை யோனிப் பகுதி இதனுள்ளே துருத்துகிறது. யோனியின் இந்தப் பகுதியைக் கருப்பைக் கழுத்து முன் வளைவு, பின் வளைவு, இரண்டு வெளிப்புற வளைவு எனப் பிரிக்கிறது. வளைவைவிடப் பின்புற வளைவு ஆழமாக உள்ளது. புணர்ச்சியின்போது வெளிப்பட்ட விந்து இங்குத் தேங்கி கிடக்க வாய்ப்பாக உள்ளது. இங்கிருந்து விந்து கருப்பையின் வெளித் துளைக்குச் சென்று கருப்பையினுள் செல்கிறது. யோனியின் முன்புறச்சுவர், சிறுநீர்ப்பையின் அடித்தளத்தின் மேற்பகுதியுடனும், சிறுநீர்ப்புற வழியின் கீழ்ப்பகுதியுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. யோனியின் மேற்பகுதி, சிறுநீர்க் குழாய்களுடன் முன்புறமாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

யோனியின் பின்புறச்சுவரும், மலக்குடலும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கியுள்ளன. கீழ்ப்பகுதியில் மட்டும், பிட்டி இடைத்திசுக்களால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. பக்கங்களில் யோனி, கூபகத்திலிருந்து தசைக் கற்றைகளாலும், இணைப்புத் திசு வாலும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. யோனிச் சுவரில் சிலேட்டுமம், தசை உறை, இணைப்புத்திசு ஆகிய மூன்று அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. இணைப்புத்திசுவில் குருதி, நிண நாளங்களும் நரம்புகளும் காணப்படுகின்றன.

இணைப்புத் திசுவின் அடியில் காணப்படும் தசை உறையில் தூண்டு மடிப்புகள் காணப்படுகின்றன. வெளி அடுக்கில் நீளவாட்டத் தசை இழைகளும், உட்புற அடுக்கில் வட்டத் தசைகளும் காணப்படுகின்றன. வெளி அடுக்கை விட உள் அடுக்கு வலிமை மிக்கதாக உள்ளது. இதில் மிகுதியான நெகிழ் இழைகளும் காணப்படுகின்றன. தசை மடிப்புடன் யோனியின் சிலேட்டுமம் இணைந்துள்ளது. இது இளஞ்சிவப்பு திறமாக இருக்கிறது. முன்புற, பின்புறச்சுவர்களில் சிலேட்டுமம், இரண்டு நீளவாட்ட முகடுகளை உண்டாக்குகிறது. அதில் மிகுதியான குறுக்குவாட்ட முகடுகள் காணப்படுகின்றன. மகப்பேற்றின்போது, யோனிப் பெருமளவில் விரிவடைய, குறுக்கு முகடுகள் உதவுகின்றன. குழந்தை பிறந்த பின்னர், குறிப்பாக பல மகவை ஈன்ற பின்னர் முகடுகள், படிப்படியாகச் சமநிலையடைகின்றன. யோனியின் சிலேட்டுமம் மென்மை யடைகிறது. குறுக்கு முகடு, குறிப்பாக கன்னிகளின் யோனியில் முனைப்பாக உள்ளது. மூப்படைந்த பெண்களில்

இனப்பெருக்க உறுப்புகள் தேய்வடைவதால் குழந்தை பெறாத பெண்களில் கூட முகடுகள் மென்மையடைகின்றன. யோனியின் சிலேட்டுமம், செதில் அடுக்குப் புறத்தோலியத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இங்குக் கிளைக்கோஜன் சேமிக்கப்படுகிறது. சூலகங்களால் சுரக்கப்பட்ட, குமிழ்ப்பை ஹார்மோன்களால், கிளைக்கோஜன் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

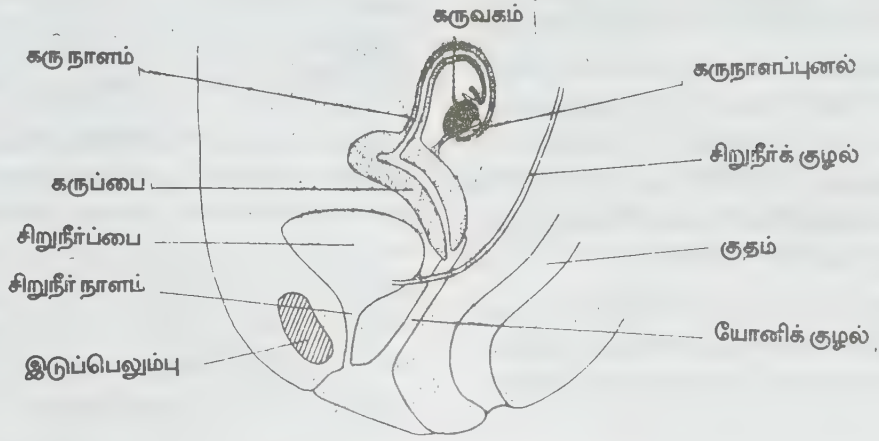
யோனியின் சிலேட்டுமத்தில் சுரப்பிகள் கிடையாது. குருதியிலிருந்தும், நிண நீரிலிருந்தும் யோனிச் சுரப்பின் நீர்மப் பகுதி கிடைக்கிறது. யோனிப் புறத்தோலியத்தின் ஒதுக்கப்பட்ட செல்களும் நுண்ணுயிரிகளும் வெள்ளையணுக்களும் கலந்த நீர்மம் காணப்படுகிறது. யோனியின் பொதுவான வெளிச்சுரப்பு வெண்மையாக, ஒரு குறிப்பிட்ட மணத்துடன் காணப்படுகிறது. அதன் அளவு மிகவும் குறைவாகவே உள்ளது. ஆனால் இந்த அளவே சிலேட்டுமத்தை ஈரத்தன்மையுடன் வைத்திருக்கப் போதுமானது. உடல் நலமுள்ள பெண்களில், இதனால் எந்தவித இடரும் இல்லை. அதில் லாக்டிக் அமிலம் இருப்பதால், வயது வந்த பெண்ணின் யோனிச் சுரப்பு அமில நிலையில் உள்ளது. நலமான பெண்களின் யோனியில் காணப்படும் நுண்ணுயிர்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தால் புறத்தோலியச் செல்களின் கிளைக்கோஜனிலிருந்து லாக்டிக் அமிலம் உண்டாகிறது.

யோனியில் காணப்படும் நுண்ணுயிர்களுக்கோ யோனியின் சிலேட்டுமத்துக்கோ லாக்டிக் அமிலம் தீங்கு விளைவிப்பதில்லை. ஆனால் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து யோனியின் உள் நுழையும் நோயுக்கும் நுண்ணுயிர்களை லாக்டிக் அமிலம் அழித்துவிடுகிறது. ஆகவே உடல்நலம் மிகுந்த பெண்ணின் யோனி தாமதமாகவே தூய்மையடைகிறது. மூப்படைந்த பெண்களிலும் மகளிர், தீராத நோய் கொண்ட பெண்களிலும் சூலகப் பணி தடைப்படுகிறது. இதனால் உற்பத்தியாகும் லாக்டிக் அமிலத்தின் அளவைக் குறைக்கச் சிலேட்டுமத்தில் உள்ள கிளைக்கோஜனின் அளவு குறைகிறது. யோனியின் வெளிச்சுரப்பு காரநிலையடைகிறது. இதனால் யோனியினுட் செல்லும் நோயுக்கும் பாக்கீரியா வளர்ச்சியடைய வாய்ப்புண்டாகிறது.

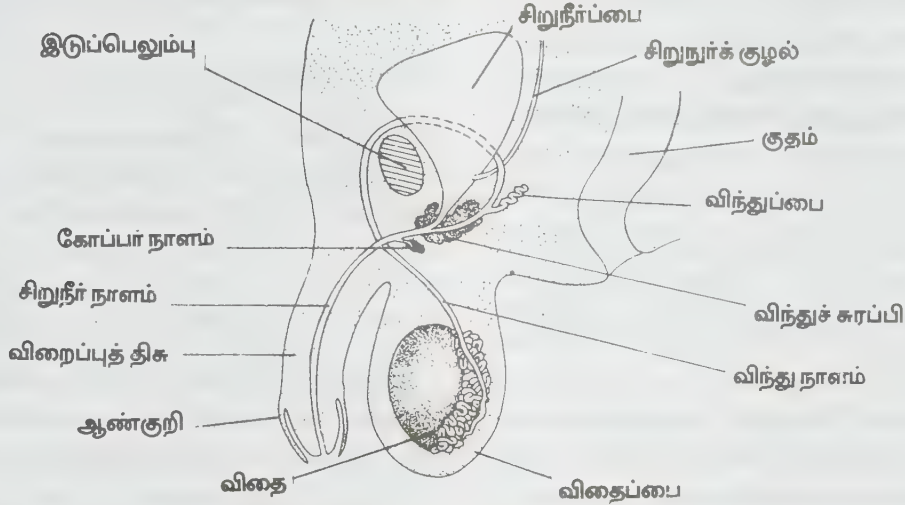
யோனியின் இயல்பான நுண்ணுயிர்களின் தன்மை மாறுபடுகிறது. இதன் விளைவாக யோனியின் தூய்மை நான்கு நிலைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

யோனிச் சுரப்பில் யோனி நுண்ணுயிர் புறத்தோலியச் செல்களும் காணப்படுகின்றன. (அமில நிலை - பணை). யோனி நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. விமையான





**பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள்**



**ஆண் இனப் பெருக்க உறுப்புகள்**

வெள்ளணுக்களும், ஆக்சிஜன் தேவைப்படாத பாக்டீரியாக்களும் (காமா நுண்ணுயிர்கள்) பல்வேறு புறத்தோலியச் செல்களும், யோனி வெளிச் சுரப்பில் காணப்படுகின்றன. முன்கூறிய இரண்டு நிலைகளும் பெண்களில் காணப்படுகின்றன.

யோனி நுண்ணுயிர்கள் எண்ணிக்கையில் குறைவாக உள்ளன. மற்றப் பாக்டீரியாக்கள் (குறிப்பாகக் காக்கஸ்) மிகையாக உள்ளன. யோனி வெளிச் சுரப்பு காரநிலையில் இருக்கிறது. வெள்ளையணுக்களின் எண்ணிக்கையும் மிகையாகவே உள்ளது. யோனி நுண்ணுயிர்கள் இல்லை.

நோயுக்கும் நுண்ணுயிர்(காக்கஸ், காமா நுண்ணுயிர், டிரைகோமானாஸ்ட் முதலியன) வெள்ளையணுக்களும் மிகுந்துள்ளன.

மேற்கூறிய மூன்று, நான்காம் நிலைகள் நோய் ஊக்கும் நிகழ்வுகளுடன் இணைந்துள்ளன.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Edward J. Quilligan, *Operative Obstetrics*, Fourth Edition, A.C.C., New York, 1982.

## பிறப்புறுப்பு மாறுபாடுகள் (கால்நடை)

பிறப்புறுப்புகளின் பல்வேறு வகை மாறுதல்களால் குட்டி ஈனும்போது சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. பிறப்பு உறுப்புகளின் மாறுபட்ட அமைப்பு, கருமுட்டை உற்பத்தியில் ஏற்படும் தடை போன்றவற்றால் கருமுட்டை வளர்ச்சியில் தடையும், வளரும் கருவில் குறைபாடும், குட்டி இறந்து பிறப்பதும் பிறந்த குட்டிகள் குறைபாட்டுடன் விளங்கலும் காணப்படுகின்றன.

குறைபாடு ஒரு உறுப்பை மட்டும் பாதிக்கும்போது, அது ஒரு இயற்கைப் பிறழ்வு (anomaly) என்றும், பல்வேறு உறுப்புகளைப் பாதிக்கும்போது விலங்கியல்புடையதாகவும் பகுக்கப்படுகிறது.

ஆண் பிறப்புறுப்பான விந்தகத்தில் வளர்படைத் திசு (germinal epithelium) மாறுபடும்போது கருத்தரியாமை ஏற்படுகிறது. காளை சிலவற்றில், விந்தகத்திசு குறைந்த அளவு வளர்ச்சியுற்ற நிலை காணப்படுகிறது. சில காளைகளில் விந்தகம், விந்தகப்பையில் குறுகிய நிலையில் காணப்படும். சில நேரங்களில் எபிடிடயிம் (epididymis) குழாய் தொடர்பு அறுந்து காணப்படும்.

விந்தகப்பையினுள், சூடல் பகுதி இறங்கும் நிலையில் சூடல் இறக்கம் உண்டாகிறது. விந்தகம் இறங்காமல் வயிற்றுப்பையினுள்ளே இருக்கும்போது விந்தணு உற்பத்தி பாதிக்கப்படுகிறது.

பெண் பிறப்புறுப்புகளில், கருமுட்டை உறுப்பின் திசு வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும் கருமுட்டை உறுப்பு இன்றியும் காணப்படும். கருமுட்டை உறுப்பைச் சார்ந்த அகலமான தசைநார்ப்பகுதியில் கட்டிகள் காணப்படலாம். கரு வளர்ச்சியின் போது முல்லீரியன் குழாய்கள் பாதிக்கப்படும் போது, கருப்பை இன்றியோ ஒரு பாதி அளவிலேயோ காணப்படும். மேலும் ஆண், பெண் வகை இரட்டைக் கருவாக வளரும்போது, பெண்கருப் பிறப்பு உறுப்பில் பாதிப்புகள் ஏற்படும். பிறப்பு உறுப்பின் வெளிப்பகுதி, கருப்பைவாய், கருப்பைக் குழாய்கள் ஆகியவற்றில் குறைபாடுகள் காணப்படும்.

கருமுட்டை உறுப்பு சிறியதாகவும், சிதைந்தும், செயலிழந்தும் காணப்படும். சில விலங்கினங்களில் அவை, கோதுமை அளவைக் கொண்டிருக்கும். முல்லீரியன் குழாய்களில், நடுப்பகுதி பிறந்த பின்பும், நீடிக்கும்போது இருகருப்பையும் இருகருப்பைவாயும் காணப்படும். பசுக்களின் கருப்பையில், கருப்பைக் குருத்துகள் குறைந்து காணப்படலாம். சில வகை நேரங்களில் இருவகை இன உறுப்புகளும் கலந்து

காணப்படலாம். இது குறிப்பாக வெள்ளாடுகளிலும் பன்றிகளிலும் காணப்படும். ஒரு சில வகையில், ஆணின் உறுப்பும் மறுபுறம் பெண்ணின் உறுப்பும் காணப்படும்.

பிறப்புறுப்புகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் பல்வேறு சிக்கல்கள் ஏற்படும். சூடல் இறக்கம், கருப்பையின் நடுவில் தசைச்சுவர் மறையாமை, பிறப்புறுப்பின் வெளிப்பகுதியில் திசு வளர்ச்சியடையாமை ஆகிய குறைபாடுகளில் குட்டி ஈனும் போது சிக்கல் உண்டாகும். கருப்பை தசை வலிவிழந்து காணப்படும்போது அது கருங்கி விரிந்து குட்டியை வெளிப்படுத்த முடிவதில்லை. இத்தகைய குறைபாடுகளால் குட்டிகள் குறைபாட்டுடனும் இறந்து பிறக்கவும் வாய்ப்புண்டு.

வி. புருஷோத்தமன்

## பிறப்புறுப்பு மாறுபாடுகள்

வளர்ச்சியின்மை (aplasia), குறை வளர்ச்சி (hypoplasia), முல்லீரியன் குழாய் பகுதி முழுமையாகவோ, முழுமையற்றோ உருவாவது, முல்லீரியன் குழல் ஊனம், இரு பாலினத் தன்மை, சிறுநீரகப் புறவழியிலும் பிறப்புறுப்பிலும் உருவாகும் கோளாறுகள் ஆகியவற்றை பிறப்பு உறுப்பு மாறுபாடுகளாகக் (abnormalities of genital tract) கொள்ளலாம்.

வளர்ச்சியின்மை. சூலகம் வளர்ச்சியடையாமல் இருப்பது அரிதான நிகழ்வாகும். ஆனால் பாலினச் செல்கள் இல்லாமல் சூலக வளர்ச்சியின்றி இருப்பது டர்னர் நோயியம் (Turner's syndrome) ஆகும்.

கருவகக் குழல். மேலிருந்து முல்லீரியன் நாளம் கீழ் நோக்கி வளரும்போது கருக்குழலின் கீழ்ப்பகுதி வளர்ச்சி பெறாமலிருக்கும்.

கருப்பை. இரண்டு முல்லீரியன் நாளங்களும் வளராமல் இருக்கும்போது, சிறுநீரக மண்டலமும் வளர்ச்சியடைந்திராது. சிலபோது ஒரு பக்கம் மட்டும் வளர்ச்சியடையாமல் இருந்தால் அது ஒரு கொம்புக் கருப்பை எனப்படும். யோனியும் இராதபோது வேற்றிடத்தில் ஒரு சிறுநீரகம் இருக்கலாம். இதைக் கவனத்தில் கொண்டு சிறுநீரக வரைவி மூலம், அறுவை முறையை வரையறுக்க வேண்டும்.

யோனி. சிலருக்கு யோனி முழுமையாக வளர்ச்சியடைந்திராது. கன்னிச்சவ்வு இருக்கும் இடத்தில் ஒரு குழிமட்டுமே இருக்கும். கருப்பை காணப்பட்டால் அது இரண்டாகவோ, மிகச் சிறியதாகவோ இருக்கும். இத்தகைய நோயாளிகளில்



சூலகங்கள் முறையாகச் செயல்பட்டாலும் மாதவிடாய்க்கோ புணர்ச்சிக்கோ வாய்ப்பில்லை. அறுவை மூலம் செயற்கை யோனி செய்யப்பட்டு மணம் செய்து கொண்டு கருத்தரித்தவர்களும் உண்டு. இதில் குழந்தைப் பிறப்பு கருப்பைத் திறப்பு அறுவை மூலமே நடைபெறும். செயற்கை முறையில் யோனியை உருவாக்குவது வில்லியம் அறுவை எனப்படும்.

குறை வளர்ச்சியில், கருப்பையும் பாதிக்கப்படுகிறது. கருப்பை சிறியதாகவும் முன்னோக்கி, மெல்லியதாகவும் இருக்கும். கருப்பைக் குழிவு 5 செ.மீ. இருக்கும். யோனி, அல்குல் யாவுமே குறை வளர்ச்சியுடன் காணப்படும். கருவகக் குழல்கள் நீளமாகவும், சூலகங்கள், கூபகங்கள் உயரமான இடத்திலும் காணப்படுகின்றன. பூப்படைதல் கால தாமதமாகிறது. மாதவிடாய் வட்டம் சீரற்று இருக்கிறது. மாதவிடாயின்போது வலி, மலட்டுத்தன்மை, புணர்ச்சியின் போது வலி, புணர்ச்சி உணர்வு இராமை ஆகியவை காணப்படும். முல்லீரிய நாளங்கள், துளையற்று மூடியுள்ளமையால், கருவகக் குழல்களும் ஓரளவாகவோ, முழுமையாகவோ மூடியிருப்பதால் மலட்டுத் தன்மை காணப்படுகிறது. இது போன்றே யோனியும் கன்னிச் சவ்வும் துளையற்று உள்ளன.

யோனியின் குருதித்தேக்கம். மாதா மாதம் ஏற்படும் மாதவிடாயின் போது வெளிப்படும் குருதி வெளிப்பட முடியாமையால், உள்ளே தேங்கிக் கிடக்கிறது. நோயாளிக்கு தலைவலி, மலச்சிக்கல் போன்றவை தோன்றும். தேங்கிய நீர்மப் புடைப்பால் கன்னிச்சவ்வு புடைக்கிறது. நீர்மத்தில் குருதி, சளி, கால்சியம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. நோய் அறுதியிடல் எளிது. அறுவை மூலம் யோனியிலுள்ள பிரிதிரை அகற்றப்பட்டு தையல் இடப்படுகிறது. இத்துடன் கருவகமும், கருவகக் குழலும் இயல்பு நிலையில் இருக்கின்றனவா எனத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

முல்லீரியன் நாளத்தில் குறை வளர்ச்சி, இரண்டு கருப்பை, இரண்டு யோனி, பிரிதிரையுடன் கருப்பை, ஒரு கொம்பு, இரு கொம்புக் கருப்பை, பிரிதிரை கொண்ட யோனி போன்ற பல பிறவி ஊனங்கள் தோன்றி மலட்டுத் தன்மையையும், மாதவிடாய் சிக்கலையும் சூலுற்றால் கருச்சிதைவையும் ஏற்படுத்தலாம். இரு பால் நிலையிலும் போலி இரு பால் நிலையிலும் பலவிதமான ஊனங்களும் புது வளர்ச்சிகளும் காணப்படுகின்றன.

சிறுநீர் வழி. பிறப்புறுப்புப் புழைச் சீர்கேட்டில் சிறுநீர்ப் புறவெளி வேற்றிடத்தில் காணப்படுகிறது. சிறுநீர்ப்பையின் முன் சுவரும், கீழ்ப்புற வயிற்றுச் சுவரும் இல்லாமையால் சிறுநீர்ப்பை மூடப்படாமல் வெளியே தெரிகிறது. இது போன்றே குதம், மலக்குடல் போன்றவையும் வளர்ச்சியின்றியோ, வளர்ச்சி குறைந்தோ, துளையற்றோ காணப்படலாம். தேவைக்கேற்ப அறுவை கையாளப்படும்.

சாரதா சுதிரேசன்

துணைநூல். John Howkins, Shaws Text Book of Gynaecology, Ninth Edition, ELBS, London, 1975.

## பிறவி அர்த்த சந்திரத் தடுப்பிதழ் இறுக்கம்

குழந்தைப் பருவத்தில் ஏற்படும் இதயப் பிறவி நோய்களில் பெருந்தமனி கதவு இறுக்கம் உள்ளது. அர்த்த சந்திரத் தடுப்பிதழ், பெருந்தமனியிலும், நுரையீரல் தமனியிலும் காணப்படுகிறது. அதன் அமைப்பையும், வடிவத்தையும் பொறுத்து அதன் பெயர் அமைந்துள்ளது. இது ஆண்களில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. நாள இறுக்கம் கதவத்தின் அருகில் காணப்படுகிறது. இதன் இதழ்கள் கடினாமாவதால் குறுகிவிடுகின்றன. இவை அனைத்தும் பெருந்தமனிக்குக் கீழேயே உண்டாகலாம். மிக அரிதாக இறுக்கம், கதவத்திற்கு மேலேயே காணப்படலாம். இத்தகைய நைவு எப்போதாவதோ பரம்பரையாகவோ வரலாம். மனவளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படலாம். சந்திரன் போன்ற வட்டமுகம், அகன்ற நெற்றி, மூக்கின் மேல் தட்டைப்பகுதி ஆகியவை இருக்கலாம். நீண்ட மேல் உதடு, உருண்டையான கன்னம், அரிதாகக் குருதியில் கால்சிய மிகை ஆகியவையும் காணப்படும்.

நோய்க்குறிகள். கதவு இறுக்கத்தின் தன்மையைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் அமைகின்றன. இறுக்கம் மிகுதியாக இருந்தால் இடக் சீழறைத் (ventricle) தளர்வு ஏற்படுகிறது. சில போது எவ்வித அறிகுறியும் இன்றிப் பொதுவான வளர்ச்சியுடன் குழந்தைகள் காணப்படும். இதய முணுமுணுப்புக் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. நோய் தீவிரமாக இருந்தால் திடீர் மரணம் நேரிடலாம். இதயக் கீழறை வழியே வெளியேறும் குருதி ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்பட்டுப் பெருந்தமனித் தடுப்பிதழ் வழியான குருதி ஓட்ட ஏற்ற இறக்கம் கூடுதலாக இருந்தால் இதய மின்னலை வரைவியல் மாற்றங்கள் காணப்பட்டாலும் அறுவை மூலம் நலமாக்கலாம்.

நாடித் துடிப்பு மிகக் குறைந்த கொள்ளளவுடன் இருக்கும். இதயத்தின் அளவும், அதன் துடிப்பும் சாதாரண அளவிலேயே இருக்கும். அரிதாக இதயம் பெரிதாகி இடக் கீழறை துடிப்புடன் பணிபுரிகிறது. இதயத் துடிப்பளவி (stethoscope) மூலம் இதயச் சுருக்க முணுமுணுப்பை அறியலாம். அந்த முணுமுணுப்பைக் கழுத்து வழியாவும், மாப்பு நடுவெலும்பு விளிம்பு வழியாகவும் மார்பின் இடப்பக்கமாகக் கேட்கலாம். சோர்வு, மாப்புலவி, கிறுகிறுப்பு, நினைவிழப்பு ஆகியவை தோன்றலாம். இதயத்துடிப்பளவி மூலம் கேட்கப்படும் இதய முணுமுணுப்பைக் கையால் தொட்டு உணரலாம். பெருந்தமனி வழியாக வெளியேறும் குருதி தடைப்படும் அளவைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன.

பெருந்தமனியின் செயல்திறன் குறைகிறது. இதனால் இதய விரிவு முணுமுணுப்பு காணப்படுகிறது. இதய மின்னலை வரைவி கொண்டு நோயை அறுதியிடலாம். எக்ஸ் கதிர்ப்படம் மூலம் இதய மிகை வளர்ச்சியைக் காணலாம். சில குழந்தைகளில் பெருந்தமனிக் கதவத்தில் கால்சியம் படிந்திருப்பது தெரிய வருகிறது. எதிரொலி இதய வரைவி முறை மூலம் நோய் உறுதி செய்வதுடன் பிற நோய்களையும் அறியலாம். படிப்படியான உடற்பயிற்சி மூலமும் இடக் கீழறையிலிருந்து வெளிப்படும் குருதியில் ஏற்படும் தடையை அளவிடலாம். இதயச் சுருக்க அழுத்தமும் குறைகிறது. இட இதயத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் குழாய் மூலம் இடக் கீழறைகளுக்கும், பெருந்தமனிக்கும் இடையேயான அழுத்த மாற்றத்தை அறுதியிடலாம்.

திடீர் மரணம் ஏற்படாவிடில் குழந்தைகள் பல ஆண்டுகள் குறைந்த அளவிலான சிக்கல்களுடன் உயிர் வாழலாம். பெருந்தமனி கதவ இறுக்கத்துடன் வேறுபல பிறவி இதய ஊனங்களும் காணப்பட்டால், நோயாளியின் வாழ்நாள் குறையும். இத்தகைய நோயாளிகள் தீவிரமான விளையாட்டுகளில் கலந்து கொள்ளக்கூடாது. இதய உள் அழற்சியைத் தடுக்கும் முறைகளைக் கையாள வேண்டும். நோயாளியின் நோய் நிலையை ஒவ்வோர் ஆண்டும் கண்டறிந்து இதய அறுவை மூலம் நலமாக்கலாம்.

மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். Richard E.Behrman, et.al., *Nebron Text Book of Paediatrics*, Twelfth Edition, W.B. Saunders Company, London, 1983.

## பிறவி ஒலிகடவாச் செவிடு

பிறவியில் வெளிச் செவிக்குழாய் அமையாமையாலோ, செவிச் சிற்றெலும்புகள் நன்கு வளர்ச்சியுறாமையாலோ பிறவி ஒலிகடவாச் செவிடு (congenital conductive deafness) ஏற்படும். செவி நரம்பு, நலிவடையாமல் இருந்தால் கபால எலும்பு மூலம் ஒலி செவியை அடைந்து கேள் திறனும் பேச்சும் காணப்படும்.

டி.எம். பரமேஸ்வரன்

## பிறவிக்கட்டி

இக்கட்டி பல உருமாறக்கூடிய திசுக்களிலிருந்து உண்டாகலாம். சுருநிலையில் காணப்படும் மூன்றுவித தோல் அடுக்குச் செல்களும் அவற்றிலிருந்து உண்டாகும் உறுப்புகளும் பிறவிக் கட்டியில் (teratoma) காணப்படும். காட்டாக, மயிர், பல், எலும்பு, குருத்தெலும்பு, தசை, சுரப்பி எனப் பல்வேறு திசுக்கள் காணப்படும்.

சிரைப்பைகள். சிரைப்பைகள் முட்டைப் பையிலும், விந்துக்கோளம், வயிற்று உள் உறையின் பின்புறம் (retro peritoneal), மாப்புப் பகுதியின் மேல்நடுப்பகுதி (super mediastinum) ஆகிய இடங்களிலும் காணப்படும். புற்றுநோயில் காணப்படாவிட்டாலும், அரிதாக சார்க்கோமா புற்றுக்கட்டி, கார்சினோமா புற்றுக்கட்டிகள் இதனால் தோன்ற வாய்ப்புண்டு.

இரட்டைக் குழந்தைகளில் சில சமயம் ஒரு குழந்தை மற்றொரு குழந்தையினுள் பிறவிக் கட்டியாகக் காணப்படுவதுண்டு. தீங்கு விளைவிக்காமல் பலகாலம் அமைதியாக (benign tumours) இருந்தாலும் குழந்தை வளர்ச்சியுறும்போது அடுத்துள்ள குடல் மற்றும் சிறுநீர்ப் பாதையில் சார்க்ரோ காக்சிஜியல் டெரட்டோமா என்று சொல்லப்படும் ஒரு தடையை உண்டாக்கும்.

மருத்துவம். கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடன் அறுவை மூலம் கட்டியை நீக்கி விட வேண்டும். அடுத்துள்ள உறுப்பை அழுத்துவதாலும் அதுவே புற்றாக மாறுவதாலும் இக்கட்டியை அகற்றுவதே சிறந்தது.

மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

துணைநூல். A.J. Harding Rains and H.David Ritchie, *Bailey & Love's Short Practice of Surgery*, Seventeenth Edition, H.K.Lewis & Co.Ltd., London, 1977.



## பிறவிக் காயம் (கால்நடை)

பசுக்களின் கன்று ஈன்ற பின்பு, பிறப்புத்தடத்தில் குருதிப்போக்கு ஏற்படும். இது காயம் ஏற்படுவதாலும், பிறப்புத்தடத்தில் திசுச்சவ்வுகள் கிழிந்துவிடுவதாலும் உண்டாகிறது. மேலும் பசுக்களின் கருப்பையில் உள்ள திசுக்குருத்துகள் முதிர்வடைவதற்கு முன்பு அறுபடுவதாலும், கருக் கொடி கன்று முழுவதுமாக ஈனுவதற்கு முன்பு அறுபடுவதாலும் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. இதனால் கன்று ஈன்ற பின்பு கருப்பையில் மிகப் பெரிய குருதிக்கட்டி காணப்படும்.

பிறப்புறுப்பின் வெளிப்புறப்பகுதியில் காயம் ஏற்படும் போது குருதிக்கசிவு மிகுதியாகக் காணப்படும். மிகப்பெரிய குருதிக்குழாய் அறுபடுவதால் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. அப்போது கன்று ஈன்ற பின்பு குருதி குழாய் போன்று பீய்ச்சி அடிக்கும். சாதாரண முறையில் கன்று வெளிவராமல் சிக்கல் ஏற்படுவதன் மூலமும் ஆற்றலைக் கூட்டி வெளியே கொண்டு வருவதாலும் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. இந்நிலை நீடித்தால் குருதி மிகவும் குறைந்து மாடு இறக்க நேரிடும். மேலும் கருப்பையின் கன்று இறந்து பொம்மை போன்ற நிலையினை அடையும். உடனடியாகப் பசுக்களுக்கு 5 சி.சி. அட்ரினலின் மருந்து அல்லது பின்பிட்யூட்டரி மருந்து 5 - 10 சி.சி கொடுப்பதன் மூலம் குருதிப்போக்கினை கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் 500 மி. சலான் உப்புக்கரைசலுடன் 10 மி. பார்மலின் மருந்து அல்லது 500 மி. கால்சியம் குளுகோனைட் அளிப்பதும் சிறந்தது.

கடினமுறையில் கன்று ஈன்ற பின்பு, ஈனியல் மருத்துவர், பிறப்புத்தடத்தில் ஏதேனும் கிழிவோ, ஊமைக்காயமோ ஏற்பட்டுள்ளதா எனக் கூர்ந்து ஆய்தல் வேண்டும். சிறிய காயங்கள் சாதாரணமாகக் காணப்படும். கருப்பையின் நுழைவாயில் பகுதி கிழிபடும்போது, அதனை வெளிப்புறமிருந்து தைத்து விடுவது நல்லது.

குதிரைகளிலும், பன்றியிலும் பிறப்புறுப்பின் வெளிப்பகுதியில் பிறப்பதற்கு பின்பு குருதிக்கட்டி ஏற்படலாம். இக்கட்டியை அறுவை மூலம் அகற்றலாம். ஆனால் கன்று ஈன்ற மூன்று அல்லது நான்கு நாட்களுக்குப் பிறகு அறுவை செய்வது சிறந்தது. ஆயுதங்களைக் கொண்டு கன்று ஈனும்போது, இடுப்பு எலும்பு தையல்களில் ஊமைக்காயம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இதனால் ஏற்படும் குருதிக்கட்டி, நரம்புகளை அழுத்தி பின்கால்கள் செயலிழந்து காணப்படும். குறிப்பாகக் குதிரைகளில் இது காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட பசு, பின்னங்கால்களைத் பரப்பித் தரையில் விழும்.

கருப்பை, கருப்பை வாயில், பிறப்புறுப்பின் வெளிப்பகுதி போன்ற உள் உறுப்புகளும், கடினமானவையோடு கிழிய வாய்ப்புண்டு. கன்று இயல்புக்கு மாறான நிலையில் உள்ள போது இந்நிலை ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. குறிப்பாக குதிரைகளின் ஈனாதல் மிகவும் கடினமாக இருக்கும். குதிரைகளிடும், பிறப்பு வெளிப்புறப்பகுதியும் இணையும் வாய்ப்பு உள்ள இந்நிலையில் உடனுக்குடன் குதிரைப்பகுதியினைத் தையல்களைப் வேண்டும்.

பசுக்களில் கருப்பை கிழிபடும்போது, பிறப்புறுப்பகுதி சவ்வு வீங்கி, பசு இறக்க நேரிடும். சில நேரங்களில் கன்று அடி வயிற்றுப் பகுதியினுள் செல்ல வாய்ப்புண்டு. இந்நிலையில் உடனுக்குடன் அறுவை செய்து கருப்பையையும் உடனுக்குடன் தையலிட வேண்டும். இத்தையல் தொடர் தையலாகவோ பரப்புத் தையலாகவோ இருக்கலாம். கருக்கொடி தங்கி இருந்தாலும், கருப்பைச் சீழ் வீக்கம் அடைவதும் கருப்பையினுள் குடல் பகுதி நுழைவதும் பசுவிற்கு மரணம் விளைவிக்கலாம்.

குதிரைகளில் ஈன்ற சில நேரங்களில் மிகவும் கடினமாகவும் வன்முறையுடனும் காணப்படும். மிக அரிதாக குதிரையின் விதானச் சவ்வுப்பகுதி கிழிந்து உடிரிழைக்கக் கூடும். குதிரைகளின் சிறுநீர்ப்பை உள் வெளியாக மாறவும் வாய்ப்புண்டு. சிறுநீர்ப்பையைத் தூய்மை செய்து கிழிபட்ட பகுதியைத் தையல் செய்து பின்பு உட்புறம் தள்ள வேண்டும்.

சில வகைப் புல்லை உட்கொள்ளுவதன் மூலமும் செம்மறி ஆடுகளில் கருப்பை வெளித்தள்ளப்படுகிறது. பெரும்பாலும் வளர்ப்பு விலங்குகள் குட்டி ஈனும் போது, ஒருமுறை கருப்பையினை வெளித்தள்ளும்போது அது வழக்கமாக மறுமுறை குட்டி ஈனும் போதும் தோன்றும். எனவே அதற்கேற்றவாறு தக்க நடவடிக்கை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

வி. புருஷோத்தமன்

## பிறப்புக் காயம்

குழந்தை, பிறப்புறுப்பு வழியே கடந்து வரும்போது ஏற்படும் காயம் பிறப்புக்காயம் (birth injury) ஆகும். இது மகப்பேற்றுக் காலத்தைக் கூட்டும்போதும், மருத்துவர்கள் பேறு காலத்தை முறை செய்ய எடுக்கும் பல்வேறு நடவடிக்கைகளாலும் வருவதுண்டு. மகப்பேறு நடக்கும் இடத்தைப் பொறுத்தும் சூழல் ஏனைய வசதிகள் பொறுத்தும் அமைவதுண்டு.

நீண்ட நேரம் பிறப்புறுப்பில் தங்கிய தலை அல்லது முகம், எலும்புகளின் அழுத்தத்தால் வீங்கிக் கருநிறமடைந்து காணப்படும்; நாட்பட இந்நிலை மாறும். இதனை மருத்துவர்கள் வார்ப்பு (molding) என்று குறிப்பர். தலை வீக்கம் (caput succedaneum) எனப்படும் பிறப்புக்காயம் என்பிடை இணைப்புகளைக் கடந்து காணப்படும். இது பிறப்புறுப்பில் நீண்ட நேரம் தலை தங்குவதால் புவியீர்ப்பு ஆற்றல் மற்றும் சுற்றோட்டக் குறைவால் உண்டாகிறது. இதற்கு மாறாகத் தலை குருதிக்கட்டு (cephalhematoma) குருதி என்பிடை அடியில் தேங்குவதால் பொதுவாக பெரைட்டல் என்பின் மேல் காணப்படுவதுடன் வீக்கம் என்பிடை இணைப்பைக் கடப்பதில்லை. இதில் சேரும் குருதி அளவைப் பொறுத்துக் குழந்தைகளுக்கு குருதிச் சோகை, மஞ்சள் காமாலை போன்ற நோய்கள் தோன்றும்.

மகப்பேற்றின்போது கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் கபால என்பு முறிவு ஏற்படலாம். இது நீளவாட்டில் அல்லது அழுந்திய முறிவாக (depressed fracture) ஏற்படலாம். பொதுவாகத் தலை குருதிக்கட்டுடன் காணப்படும். மூளையினுள் குருதி ஒழுக்கு (haemorrhage) உண்டாகியிருந்தால் குழந்தைக்கு வலிப்பு நோய் தோன்றும். சி.டி.ஸ்கேன் படத்தில் இதனைக் காணலாம். முகத்தில் ஏற்படும் கோணல், குருதிக்கட்டு வீக்கம் பிறப்புக் காயமாகவோ, கருவி மகப்பேற்றிலோ உண்டாகலாம். முக சோர்வாதமம் (facial falsy) இதனால் உண்டாகும்.

கண்களில் கருவியினுள் குருதி ஒழுக்கு பிறப்புக் காயத்தால் உண்டாக வாய்ப்புண்டு. மகப்பேற்றின்போது காதுகளில் சிறு காயம் காணப்படலாம். கழுத்தில் ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு தசைக் கிழிவிருந்தால் கழுத்து திரும்பி இருக்கும். மகப்பேற்றின்போது கழுத்தை இழுக்க நேரின் புய நரம்பு சேதத்தினால் பாதிக்கப்பட்ட கை திரும்பி அசைவின்றிக் கிடக்கும் வாய்ப்புண்டு. காரை என்பு முறிவும் கருவி மகப்பேற்றின்போது அரிதாக வாய்ப்புண்டு. பிதாடக்கத்திலேயே கண்டுபிடிக்காவிடில் நாட்பட முறிவுப் பகுதி வீங்கியும், தடித்தும் காணப்படும்.

மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

துணைநூல். *Fishbein's Illustrated Medical and Health Encyclopedia*, H.S. Stuttman Co., Inc., Publishers, New York, 1978.

## பிறவிக் குறைபாடு (கால்நடை)

கருமுட்டை, வளர்கரு (embryo), கரு ஆகியவற்றின் வளர்ச்சி தடைப்படுவதாலும், மிகை வளர்ச்சி ஏற்படுவதாலும் பல்வேறு மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. இதன் விளைவாகக் கருவிலேயே இறப்பு அல்லது பிறவிக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இக் குறைபாட்டிற்கான காரணத்தை மரபு அல்லாதது, மரபு வழி வந்தது என இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மரபு வழி அல்லாதது. பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட பிறவிக் குறைபாடு அடிக்கடி ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய கால்நடைகளில் தோன்றுமாயின் அல்லது ஒரே வகைக் குறைபாடுகளுள்ள கால்நடைகள் மரபுவழிக் குறிப்புகளின்படி அவை ஒரே முன்னோடியின் வழி வந்தவை என அறியப்பட்டாலோ மரபு வழிக் காரணம் இருப்பதை அறியலாம். மேலும் பல்வேறு மரபு அல்லது காரணிகளாலும் (teratogens) இத்தகைய பிறவிக் குறைபாடுகள் தோன்றக்கூடும். அத்தகைய காரணிகளாவன.

ஊட்டச் சத்துக்குறைபாடு. தாய்க்குத் தேவையான ஊட்டச் சத்துகளான வைட்டமின் A, E, ரிபோஃபிளேவின், ஃபோலிக் அமிலம், பெண்டோத்தீனிக் அமிலம், நியாசின் போன்ற பற்றாக்குறை குறைபாடுகள், தாது உப்புக்களான அயோடின், மாங்கனீஸ் போன்றவற்றின் பற்றாக்குறை, டிரிப்டோஃபேன் போன்ற அமினோ அமிலங்களின் பற்றாக்குறைகள் ஆகியவற்றால் பிறவிக் குறைபாடு தோன்றுவதுண்டு.

நாளமிலாச் சுரப்பிகளின் பாதிப்பு. தைராய்டு சுரப்பியின் தவறான இயக்கம், மிகையான குளுக்கோ கார்ட்டிகாய்டு இன்சலின், தைராக்சின் போன்றவை வளர்கருவைப் பாதிக்கும். கருக்காலத்தில் புரோஜெஸ்ட்ராணை (progesterone) மிகுதியாகக் கொடுத்தால் பிறப்புக்களில் ஆண் தன்மை ஏற்படக்கூடும்.

இயற்பியக் காரணி. குறைந்த காற்றழுத்தம், உயர் வெப்பம், மிகையான குளிர், போதுமான ஆக்சிஜன் இராமை போன்ற காரணங்களாலும் பிறவிக் குறைபாடுகள் தோன்றலாம்.

கதிரியக்கம். எக்ஸ் கதிர்கள் கருவைப் பாதிப்பதாலும் பிறவிக் குறைபாடு தோன்றக்கூடும். இக்கதிர் தொடக்கக் கால கருவை உடனடியாகத் தாக்கி பாதிப்பை உண்டாக்கும்.

மருந்து மற்றும் வேதிப் பொருள். கொன்னா, சல்ஃபோனமைடு, டெட்ராசைக்ளின், காரீயம், பாதரசம், நிக்கோட்டின், மாலத்தியான், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, ஃபுளூரின், சாயப்பொருள், சில தாவரக் கூட்டுப் பொருள்



போன்ற பல்வேறு மருந்துகளும் வேதிப் பொருள்களும் கருவைப் பாதிப்பதால் பிறவிக் குறைபாடு தோன்றலாம்.

நோய் தொற்று. ஆடுகளைத் தாக்கும் நீலநாக்கு நோய், பன்றிகளைத் தாக்கும் பன்றிக் காலரா நோய், மாட்டினங்களைத் தாக்கும் நுண்ணுயிரிக் கழிச்சல் போன்ற பல்வேறு நுண்ணுயிரிகளின் தாக்குதலின் விளைவாகவும் பிறவிக் குறைபாடு தோன்றலாம்.

இதயம் மற்றும் குருதிக் குழாய்களில் தோன்றும் குறைபாடு. இக்குறைபாடு அனைத்து கால்நடைகளிலும் காணப்படும். பொதுவாக இதயத்தில் குறைபாடு உள்ளவை பிறந்தவுடனேயே இறந்து விடுகின்றன. சில கால்நடைகள் பிற ஈடு கட்ும் காரணங்களால் பலகாலம் வாழ்வதும் உண்டு. மாட்டினங்களில் இதயத்தின் இடக் கீழறையில் தொடங்கும் குருதிப் பெருந்தமனியின் (aorta) முதன்மைக் குருதிக் குழாய் இடம் மாறிக் காணப்படும். அதாவது வலக் கீழறையில் இருந்தோ அதற்கு மேலிருந்தோ நடுப்பகுதியில் உள்ள தடுப்புச் சுவரிலிருந்தோ தொடங்கும். இதயத்தின் இரு கீழறைகளுக்கு இடையிலான தடுப்புச்சுவர்க் குறைபாடு, இதயமே மாறுபட்ட இடத்தில் அமைந்திருத்தல் (ectopia cardis) அதாவது வயிற்றுப் பகுதியிலோ கழுத்துப் பகுதியிலோ இதயம் இடம் பெற்றிருத்தல் போன்ற பல்வேறு குறைபாடுகள் காணப்படுவதுண்டு. நாயினங்களில் குறுகலான துளையுடைய குருதிக் குழாய், இதயத்தின் இரு கீழறைகளுக்கு இடையிலான தடுப்புச் சுவர்க் குறைபாடு போன்றவை காணப்படுவதுண்டு. ஆட்டினங்களில் இத்தகைய குறைபாடு ஏற்படுவது அரிது. குதிரைகளில் தடுக்கிதழ் (valve) குறைபாடு சாதாரணமாகக் காணப்படுவதுண்டு. மார்பு மற்றும் நுரையீரல் குறைபாடு பொதுவாகக் கால்நடைகளில் காணப்படுவது இல்லை.

உணவு மண்டலக் குறைபாடு. நாயினங்களில் பிளந்த மேலன்னம், மேலுதடு போன்ற குறைபாடுகள் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதுண்டு. இத்தகைய நாய்கள் பால் இவற்றை அருந்தும்போது அவை மூக்கின் வழியே திரும்பி வந்துவிடும். இக்குறைபாடு குதிரையிலும் மாட்டிலும் சில வேளைகளில் காணப்படுவதுண்டு. உணவுக் குழல் அடைப்பு, குடல் அடைப்பு போன்ற குறைபாடுகளும் காணப்படும். குதத்துளையின்மை (aterisa ani) அனைத்துக் கால்நடைகளிலும் காணப்பட்டாலும் பன்றிகளே பெருமளவில் பாதிக்கப் படுகின்றன. பெண் பன்றியில் சிறுநீரகம் மற்றும் இனப் பெருக்க உறுப்புகள் இணைந்து ஒரே பொதுவான துளை (cloaca) அமைவதுண்டு. வயிறு மற்றும் தொப்புள் துளை வழியே உறுப்புத் துருத்தல் (hernia) அனைத்துக் கால்நடைகளிலும்

ஏற்படுவதுண்டு. கல்லீரல் பொதுவாகப் பாதிக்கப் படுவதில்லை.

சிறுநீரக மண்டலக் குறைபாடு. சிறுநீரகக் கோளாறு அனைத்துக் கால்நடைகளிலும் காணப்படும். சிறுநீரகங்களின் கீழ் முனை இணைந்திருத்தல், சிறுநீரகம் குதிரை லாட வடிவில் அமைந்திருத்தல் ஒன்று அல்லது இரு சிறுநீரகங்களும் இல்லாதிருத்தல் போன்ற குறைபாடுகள் சாதாரணமாகக் காணப்படும். சிறுநீரக் குழாய்களில் துளையின்மை (aterisia of ureters), சிறுநீரக் குழாய்கள் தவறான இடத்தில் இணைந்திருத்தல் போன்ற குறைபாடுகளும் காணப்படும். சில நாய் இனங்களில் சிறுநீரக் குழாய் நேரடியாக வெளித்துளைக்கு அருகில் இணைந்திருப்பதால் தொடர்ந்து சிறுநீர் வழிந்து கொண்டிருக்கும்.

இனப்பெருக்க மண்டலக் குறைபாடு. ஆடு மற்றும் பன்றிகளில் பெருமளவிலும் குதிரை மற்றும் நாய்களில் குறைந்த அளவிலும் இருபாலினக்குறைபாடு (hermaphrodite) தோன்றுவதுண்டு. இதில் பல வகைகள் உண்டு. உண்மையான இருபாலினக் கால்நடைகள் விந்தகத்தையும் (testes) சூலகத்தையும் (ovary) கொண்டிருக்கும். போலி இருபாலினக் கால்நடைகள் ஏதேனும் ஒரு பாலின உறுப்பை மட்டும் கொண்டிருக்கும். சில கால்நடைகளில் உருவமைப்பில் பெண்பாலை ஒத்திருப்பதோடு விந்தகத்தையும் கொண்டிருக்கும். ஆண்பாலை ஒத்திருக்கும் சில கால்நடைகள் சூலகப் பையைக் கொண்டிருக்கும்.

உண்மையான இருபாலினக் கால்நடைகள், உள் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் இரு பாலினத்தையும் ஒத்தனவாகவும் வெளி இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் நடுநிலையாக ஏதேனும் ஒரு பாலினத்தைச் சார்ந்தவையாகவும் காணப்படும். இக்குறைபாடு பன்றிகளில் மிகுந்து காணப்படும்.

இதேபோல் மடியில் பல்வேறு குறைபாடுகள் காணப்படுவதுண்டு. பெரும் எண்ணிக்கையில் காம்புகளிருத்தல், மடிச்சுரப்பிகள் மிகுந்திருத்தல், காம்புகளில் துளையின்மை, காம்பினில் குறுகலான துளையிருத்தல் போன்ற குறைபாடுகள் காணப்படுவதுண்டு. சில சமயங்களில் மடி வளர்ச்சியே இராமல் அமைவதும் உண்டு.

தலை மற்றும் மைய நரம்பு மண்டலக் குறைபாடு. சில கால்நடைகளில் தலை சிறியதாக அமைந்து விடுவதுண்டு. இதில் தலை, ஓடு, மூளை ஆகியவை சிறிய அளவில் காணப்படும். இதற்கு சிறு தலை (microcephalus) என்று பெயர். கண் கோளக் குறைபாடு (cyclopia) சில மாட்டினங்களில் காணப்படும். இத்தகைய கால்நடைகளில்

தலை சிறுத்துக் கீழ்த்தாடை நீண்டுக் குரங்கு போன்ற முகத்தோற்றம் அமைந்திருக்கும். ஆட்டினங்களில் குரங்கு முகத்தோற்றம், குறுகிய மேல்தாடை, நீண்ட கருக்காலம் போன்ற குறைபாடுகள் காணப்படும். மூளை நீர்க்கோப்பு (hydrocephalus) உள் மற்றும் வெளி என இருவிதமாக கால்நடைகளில் காணப்படுவதுண்டு. மண்டையோட்டுக் குறைபாடு, மூளை வெளித்தள்ளல், பிரிந்த முகவமைப்பு, தலையில்லாதிருத்தல், மூக்கில்லாதிருத்தல், காதில்லாதிருத்தல் போன்ற பல்வேறு குறைபாடுகள் காணப்படுவதுண்டு.

கருவுற்ற மாட்டின் ஐந்தாம் மாதத்தில் சில நுண்ணுயிரிகளால் (BUD - MD virus) பாதிக்கப்படும்போது மூளை வளர்ச்சிக் குறைபாடு, கண் குறைபாடு ஆகியவை தோன்றுவதுண்டு. கருவுற்ற பன்றி, காலராவால் பாதிக்கப்படும்போது குட்டிகளின் மூளை பாதிக்கப்படும். ஆட்டினங்களில் 40-50 நாள் கருவின் போது நீல நாக்கு நோய் தாக்குவதால் குட்டிகளின் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படும். வைட்டமின் சி குறைபாட்டால் குதிரைக் குட்டிகளின் கண் பார்வை பாதிக்கப்படும். இறுகிய மூட்டுகள் (ankylosed joints) கால்களின் கீழ்ப்பகுதியில் மாற்றம் போன்ற மைய நரம்பு மண்டலக் குறைபாடுகளும் கால்நடைகளில் காணப்படுவதுண்டு.

எலும்பு மண்டலக் குறைபாடு. கால்நடைகளில் சாதாரணமாக வளர்ச்சி குன்றிய குட்டிகள் பிறப்பதுண்டு. இத்தகைய குட்டிகளின் நீள எலும்புகள் குட்டையாக அமைந்திருக்கும். அடிவயிறு பெருத்துக் காணப்படும். தலை சற்றே தட்டையாகப் பெருத்திருக்கும். சில கால்நடைகளுக்கு முதுகெலும்பின் மேற்பகுதி இல்லாதிருக்கும். சில குட்டிகளுக்கு வாலில்லாமலும் இருக்கும். மேலும் கால்களில்லாதிருத்தல், கால்களின் கீழ்ப்பகுதி இல்லாதிருத்தல், பின்கால்கள் இல்லாதிருத்தல், இடுப்பெலும்புக் குறைபாடு ஆகியவை காணப்படுவதுண்டு. நாய், பூனைகளில் விரல்களின் எண்ணிக்கை கூடியிருத்தல், விரல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருத்தல், விரல்கள் இல்லாதிருத்தல் போன்ற குறைபாடுகள் காணப்படும்.

### வளர் கருவின் பன் மடங்கு

கருத்தோற்றப் பகுதியில் விளையும் பன் மடங்காதலில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முழுமையற்ற கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய நிலையில் இருமடங்கே அதிக அளவில் காணப்படும். சில வேளைகளில் மும்மடங்கு காணப்படும். இதில் பல வகைகள் உண்டு. அவையாவன.

தனித்த இரட்டைக் கன்றுகள். ஒரே வகையான இரட்டைக் கன்றுகள் ஒற்றை முட்டையிலிருந்தோ ஒரே வகையானவற்றிலிருந்தோ இரட்டைச் சினை முட்டையிலிருந்தோ ஒரே இன ஒப்புமை கொண்டவற்றிலிருந்தோ தோன்றும். வெவ்வேறு வகை இரட்டை கன்றுகள் சாதாரணமாக மிகுந்த குறைபாடுகளுடனேயே காணப்படும். இவற்றில் மேலும் மூன்று வகைகள் உள்ளன. ஒரு வகையில் மிகுந்த குறைபாடுகள் காணப்படும் எனினும் உறுப்புகளை அடையாளம் கண்டு கொள்ள முடியும். இதயம் மிகச் சிறியதாக இருக்கும். மிகுந்த குறைபாடுகள் உள்ள இரண்டாம் வகையில் தலைப்பகுதியும் இதயமும் இரா. மூன்றாம் வகையில் முழு உருவமும் அடையாளம் காண இயலாத நிலை இருக்கும். இக்குறைபாடு குதிரையிலும் ஆட்டிலும் மிகுந்து காணப்படும்.

இணைந்த ஒரே வகை இரட்டைக் கன்றுகள். இவை ஒரே முட்டையிலிருந்து தோன்றும். இவற்றின் உறுப்புகள் ஒரே வகையாகக் காணப்படும். மாட்டினங்களில் இந்நிலையைப் பொதுவாகக் காணலாம். அரிதாக ஆட்டிலும் பன்றியிலும் குதிரையிலும் தோன்றுவதுண்டு. இதிலும் பல வகைகள் உள்ளன.

குறைவாக முழுமையடைந்து இணைந்திருக்கும் இரட்டைக் கன்றுகள். இவை மார்புப் பகுதியில் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருக்கும். உள்ளுறுப்புகள் இரண்டிற்கும் முழுமையுற்றிருக்கும். முகத்திற்கு முகம் பார்த்த வண்ணம் இருக்கும். இதே போல் ஒன்றுடன் ஒன்று இடுப்புப் பகுதியில் மட்டும் இணைந்திருக்கும். எதிர் எதிர்த்திசையில் பார்த்த வண்ணம் இருக்கும்.

பிரிதொரு வகையில் தலை மட்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருக்கும். நேருக்கு நேரோ எதிரெதிரோ பார்த்த வண்ணம் இருக்கும். சில வகையில் ஒன்றுடன் ஒன்று கீழ்ப்புறத்தில் இணைந்திருக்கும். உடல் ஒரே நேர் கோட்டில் நீண்டு தலைகள் எதிர் எதிர்த்திசையில் திரும்பியிருக்கும்.

சில சமயம் இரு பகுதிகளும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கும். இவை பக்கவாட்டில் இணைந்து காணப்படும். இரண்டு கன்றுகளும் தலைப்பகுதியில் சரிவான வளர்ச்சியுடன் பிரிந்திருந்தாலும் வால் பகுதியில் ஒரு கன்றினைப் போல இருக்கும். இதே போல் தலைப்பகுதியில் ஒரு கன்றாகவும் பின் பகுதியில் இரு கன்றாகவும் காணப்படும். இவ்விரண்டு மில்லாமல் நடுவில் உடல் மட்டும் ஒன்றாகவும் இரு புறங்களிலும் இரண்டாகவும் காணப்படுவதுண்டு. தலைப்பகுதி இரண்டாகவும் பின்பகுதி ஒன்றாகவும் பெரும்பாலும் தோன்றும்.



இணைந்த மாறுபட்ட இரட்டைக் கன்றுகள். இவ்வகையில் மிகுந்த குறைபாடுகளுடன் கூடிய முழுமையுறாத ஒன்று முழு வளர்ச்சியடைந்த கன்றுடன் தேவையற்ற வளர்ச்சி போல் ஒட்டியிருக்கும். முழுவளர்ச்சியடைந்த கன்றின் மேற்புறத்தில் கண்ணுக்குத் தெரிகிற வகையில், மார்பு ஆண்விகை போன்ற இடங்களில் ஒட்டியிருக்கும். வயிறு, தலை போன்ற இடங்களில் அரிதாக இந்நிலை காணப்படும்.

**மரபு வழி வந்தது.** மரபு வழியாகப் பல்வேறு குறைபாடுகள் கால்நடைகளுக்குத் தோன்றுவதுண்டு. இக்குறைபாடுகள் கால்நடையின் வாரியாக கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### மாட்டினங்கள்

குன்றிய வளர்ச்சிக் குறைபாடு அனைத்துக் கால்நடைகளிலும் காணப்படும். முழு வளர்ச்சியும் குன்றி விடுவதால் இதற்குக் குன்றிய வளர்ச்சி (achondroplasia) என்று பெயர். குறிப்பாக அயர் போர்டு, அயர்சயர் போன்ற இனங்களில் பெருமளவில் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் குட்டையாகவும் குறுகி அகன்ற தலையுடனும் முன் நீட்டிய நெற்றியுடனும் காணப்படும். தாடைக் கோளாறு, பெருத்த வயிற்றுப்பகுதி ஆகியவற்றுடன் காணப்படும்.

**மேற் தோலின்மை (epitheliogenesis imperfecta).** ஜெர்சி, ஹோல்ஸ்டெயின், பிரவுன் சுவிஸ் போன்ற இனங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் மேற்தோலில்லாமலேயே பிறக்கும். முழங்காலுக்குக் கீழ் உள்ள கால் பகுதி மற்றும் மூக்குத் துளைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி, காது, நாக்கு ஆகிய இடங்களில் மேற்தோலற்று இருக்கும்.

**முடியின்மை.** முடியின்மையால் (hypotrichosis) பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் பல்வேறு அளவுகளில் முடியில்லாமல் பிறக்கும். சில இனங்களில் முடியில்லாமல் இருப்பதோடு உடல் துளைகளைச் சுற்றிலும் தடித்த கெட்டியான முரட்டுத் தோல் காணப்படும். பிரவுன்சுவிஸ் போன்ற மாட்டினங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படும்.

**காலின்மை (amelia).** ஹோல்ஸ்டெயின், பிரவுன் சுவிஸ் போன்ற இனங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் குறுகிய அல்லது தவறான கால்களுடனோ, கால்களில்லாமலோ பிறக்கும். சில இனங்களில் நான்கு கால்களும் மேல் நோக்கி வளைந்து காணப்படும்.

**மூளை நீர் கோப்பு (hydrocephalus).** பல்விதமான

மாட்டினங்களில் இக்குறைபாடு காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றின் தலை பெரியதாகவோ சாதாரண அளவிலோ காணப்படும். மூளையின் உள்ளே நீர் கோத்து இருக்கும். இதே போல் உடல் முழுதுமோ கால்களில் மட்டுமோ நீர் கோத்து காணப்படும்.

**கீழ்த்தாடைக் குறைபாடு.** அனைத்துவிதமான மாட்டினங்களிலும் இக்குறைபாடு காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகளின் கீழ்த்தாடை சரியான வளர்ச்சி அடைந்திருக்காது. சில சமயங்களில் கீழ்த்தாடை எலும்புகள் மாறுபட்ட தோற்றத்தில் வளர்ந்திருக்கக்கூடும்.

**மேலிதழ்ப் பிளவு (harelip).** மேலிதழும் மேலன்னமும் நடுப்பகுதியில் நன்கு இணையாமல் பிளவுடன் காணப்படும். இது ஜெர்சி போன்ற இனங்களில் காணப்படும்.

**மலத்துளையின்மை (aterisia ani).** இது காங்கேயம், ஜெர்சி போன்ற பல்விதமான மாட்டினங்களில் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் குதப்பகுதியில் வெளித்துளையின்றிப் பிறக்கும். உடனடியாக அறுவை மூலம் துளையைத் திறக்காவிடில் கன்றுகள் இறந்துவிடும்.

**பிற குறைபாடுகள்.** வலிப்பு, குளம்புக் கோளாறு, பிறவிக் குருடு, திருகிய வால், குறுகிய வால், வாலில்லாமை, இணைந்த மடிக்காம்பு, கூடுதல் மடிக்காம்பு, கிளி வாய் நிலை, வழுவுழுப்பான நாக்கு போன்ற பல்வேறு பிறவிக் குறைபாடுகளும் மாட்டினங்களில் காணப்படும்.

### குதிரையினங்கள்

**நடை தடுமாற்றம் (wobbles).** இது ஆண் குதிரைகளில் மிகுந்து காணப்படும். முதுகெலும்பு தண்டுவடத்தை அழுத்துவதால் இக்குறைபாடு தோன்றுகிறது.

**மூக்கில் குருதி வழிதல் (epistaxis).** பல குதிரையினங்களில் மூக்குத் துளைகளில் குருதி வழியும் குறைபாடு காணப்படுவதுண்டு.

**விறையுள் தங்கல் (cryptorchidism).** ஆண் குதிரைகளில் விறை வெளியிறங்காமல் அடி வயிற்றுப் பகுதியிலேயே தங்கி விடுவதற்கு விறையுள் தங்கல் என்று பெயர்.

**ஏனைய குறைபாடுகள்.** குதிரையினங்களில் மேற்தோலின்மை, எலும்பு மிகை வளர்ச்சி, பிறவிக்குருடு, கீழ்த்தாடைக் குறைபாடு போன்ற பிறவிக் குறைபாடுகளும் காணப்படும்.

### பன்றியினம்

மரபு வழியாகப் பன்றியினங்களில் தடித்த முன்கால், வளைந்த கால், பிளந்த காது, தலைகீழ் மடிக்காம்பு, இருபாலினம் போன்ற குறைபாடுகள் ஏற்படுவதுண்டு. மேலும் மூளை நீர்கோப்பு, குதத்துளையின்மை, பிளந்த மேலன்னம், மேற்தோலில்லாமை, விறையுள் தங்கல், கண் கோளாறு போன்ற குறைபாடுகளும் காணப்படும்.

### ஆட்டினங்கள்

ஆட்டினங்களில் மரபு வழியாக நீண்ட கருக்காலம், கம்பளக் குறைபாடு (hairy wool), உட்புறம் திரும்பிய கண்ணிமை (enteropion), காதின் மேற்புறத்தில் தசை வளர்ச்சி, இறுகிய கால் (rugod fetcocks) போன்ற பிறவிக் குறைபாடுகள் காணப்படுவதுண்டு. மேலும் பின் கால் வாதம், பாலில்லாமை, குன்றிய வளர்ச்சி, பிறவிக்குருடு, கீழ்த்தாடைக் கோளாறு, விறையுள் தங்கல், வாலில்லாமை, குதத்துளையின்மை, மூளை நீர்கோப்பு போன்ற குறைபாடுகளும் காணப்படும்.

### நாயினங்கள்

நாயினங்களில் மரபு வழியாகக் குறுகிய குரல்வளை (stenotic larynx), உணவுக்குழல் விரிவடையாமை (esophageal achalasia), இதயக் கோளாறு, காது கேளாமை, விறையுள் தங்கல், முடியின்மை, கண்கோளாறு, வெளிப்புறம் திரும்பிய கண்ணிமை, குறுகிய முதுகெலும்பு போன்ற பல்வேறு பிறவிக் குறைபாடுகளும் காணப்படுவதுண்டு.

ஆர். கோவிந்தராஜு

## பிறவிக் குறைபாடு

குழந்தை பிறந்த 24 மணி நேரத்திற்குள் காணப்படுவது பிறவிக் குறைபாடு (congenital defects) எனப்படும். குழந்தையை சாதாரணமாக ஆய்வு செய்யும்போது தோலில் கருஞ்சிவப்பு நிறமிருந்தால் இதய, நுரையீரல் குறைபாடு உள்ளமையை அறியலாம். தலையின் அளவு கூடியிருந்தால் தலையினுள் நீர் சேர்ந்துள்ளதை கண்டுபிடிக்கலாம். முகத்தை நோக்கக் காது வளர்ச்சிக் குறைபாடு, செவி முன் குடாகாதுமடல் முண்டு (tubercle) ஆகியவற்றை வெளிப்படையாக அறியலாம். கண்களில் கிளாக்கோமா மற்றும் விழி இரண்டும் பிறவிக் குறைபாடுகளைக் கண்டுபிடித்து எளிதில் கீராக்கலாம். பிறக்கும்போது குழந்தைகளுக்கு சிறிதளவு மாறுகண் சாதாரணமாக இருக்கும்.

பிளவு உதடு, பிளவு அண்ணம் போன்ற பிறவிக் குறைபாடு உண்டாயிருந்தால் முலைப் பாலூட்டலைத் தவிர்த்துக் கரண்டி மூலம் பால் கொடுக்கத் தாய்க்கும் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். வாயில் மிகையாக உமிழ்நீர் சுரத்தல், நுரையுடன் கூடிய வாந்தி வருதல் ஆகியவை உணவுக் குழல் வளர்ச்சியின்மை, மூச்சுக்குழலுடன் உள்ள அதன் தொடர்பு ஆகியவற்றால் கண்டுகொள்ளலாம். மார்புப்பகுதியை மார்பாய்வி (stethoscope) கொண்டு ஆய்வு செய்ய நுரையீரல் வளர்ச்சி, விரிவு முதலியவற்றை எளிதில் கண்டுபிடிக்கலாம்.

தோல், வாய், கண், சளி படல நிற மாற்றத்தால் இதயக் கோளாறு கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும், இதய மேலுறை இடைத்துளை, இதயக் கீழறை இடைத்துளை மற்றும் குழந்தை பிறந்த உடன் அடைபடவேண்டிய தமனி நாளம் அடைபடாமல் திறந்த தமனி நாளமாக இருக்கும் பிறவிக் குறைபாட்டை இதயத் துடிப்பளவி (செவிக் குழல்) மூலம் அறியலாம். இதய மின்னலை வரைபடம் இதனை உறுதி செய்யும். காண்க: இதய இரத்தச் சுற்றோட்டப் பிறவிக்குறைபாடுகள். மார்பு எக்ஸ் கதிர் படம், இதயம் மாற்றி வைக்கப்பட்டுள்ளமையால் பிரிமென்தகடு (diaphragm) குறைபாட்டையும் வெளிப்படுத்தும்.

வயிற்றில் வீக்கம், கட்டி, வாந்தி முதலியவை செரிமான மண்டலப் பிறவிக் குறைபாடாகிய பைலோரிக் தசை பெருக்கம், முன்சிறுகுடல், சிறுகுடல் அடைப்பு, குடல் சரியாக பொருத்தப்படா நிலை (malrotation) ஆகியவற்றைக் காட்டுவதாக அமையும். துளையில் குதம், மலம்போகாதிருத்தல், விரலை நுழைக்க முடியாவிட்டாலும் கண்டுபிடிக்கலாம். பிறப்பு உறுப்புகளில் பெண்களில் உறுப்பு மாற்றம், அரிதாகக் குருதிப்புரை முதலியவை காணப்படும். ஆண்களில் நுனித்தோல் ஆண் குறியுடன் ஒட்டிக்கொண்டு சிறிய துளையுடன் காணப்படும். ஆண்குறித் துளை தண்டின் அடிப்பகுதி அல்லது புட்டப்பகுதியில் காணப்படும். விந்து, கோளப் பையிறங்காது வயிற்றிலேயே தங்கியுள்ளமையையும் அறியலாம். சிறுநீர்ப்பிரியா நிலையில் சிறுநீரகப் பிறவிக்குறைபாட்டை ஆராய வேண்டும். கை கால்களில் விரல்கள் ஒட்டிக் கொண்டு இருப்பதும், ஆறாம் விரல் காணப்படுவதும் சில நீண்ட எண்புகள் தோன்றாமையும் அரிதாகக் காணப்படும் பிறவிக் குறைபாடுகளாகும்.

பிறவி மூளைக் குறைபாட்டில் குழந்தைகள் மன வளர்ச்சிக் குன்றி, பருவ வளர்ச்சி தாமதமாக இருக்கும். பார்வை, செவிகேளாமை, பக்கவாதம் ஆகியவையும் காணப்படும். விழிதசை நரம்புப் பாதிப்பால் மாறுகண் நோயுண்டாகும்.



பிறவியில் தோன்றும் மஞ்சள் காமாலை நோய் ஈரல் பிறவிக் குறைபாட்டையும் குருதி ஒழுக்கு நோய், குருதியில் ஏற்படும் மாற்றத்தையும் வெளிப்படுத்தும்.

மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

துணைநூல். Peter L. Williams and Warwick, *Gray's Anatomy*, 36th Edition, London, 1980; A.J. Harding Rains and H.David Ritchie, *Bailey & Love's Short Practice of Surgery*, H.K. Lewis & Co., Ltd., London, 1977.

## பிறவி நிலைத் தோற்ற அமைவு

மரபு நுட்ப அணுக் கோளாறுகளும், பேறுகாலத்தின்போது தாய் உட்கொள்ளும் சில தவறான மருந்துகளும், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை கூறுகளும், சமூக பொருளாதாரக் கூறுகளும் பிறவி நிலை மாறுபாட்டுக்குக் (congenital postural deformity) காரணமாகின்றன.

முதுகெலும்புப் பக்க வளைவு. இது பிறவியிலேயே தோன்றக்கூடும். முள்ளெலும்பின் ஒரு பகுதி அமையாமையாலோ முள்ளெலும்பின் பல பகுதிகள் ஒன்றாக இணைவதாலோ இந்நிலை உண்டாகலாம். மேலும் சிறுநீரகப் பாதை, இதயம் போன்றவற்றில் ஊனங்களும் உருவாகலாம். சிரை வழியாக ஒளிபுகா மருந்துகளைச் செலுத்திச் சிறுநீரகத்தின் எக்ஸ் கதிர் படம் எடுத்தால் சிறுநீரகப் பாதிப்பைக் காணலாம்.

முதுகெலும்புப் பின் வளைவும் (கூனல்) பிறவிலேயே உண்டாகலாம். முன்புறமாக முள்ளெலும்பு பிளவுபடாமையாலோ 1 - 2 முதுகு முள்ளெலும்புகள் உருவாகாமல் போவதாலோ இந்நிலை உண்டாகிறது. இதை உடனடியாக அறுவை செய்து சீர் செய்யாவிடில் இருகால் வாதம் (parplesia) உண்டாகலாம். இரண்டு முழங்கால்களும் பெருமளவில் வெளிப்புறமாக வளைந்து விடுதல் (knock knee), பாதங்கள் உள் நோக்கியோ வெளிநோக்கியோ இருத்தல் போன்றவையும் பிறவியிலேயே தோன்றலாம்.

மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். P.Beighton, *Inherited Disorders of Skeleton*, Edinburg Churchill Livingstone, London, 1987.

## பிறவிப் பரம்பரை பார்வை நரம்பு அழற்சி

இவ்வழற்சியுடன் (hereditary optic neuritis) சிறுநீரகப் பாதிப்பும் காது கேளாமையும் இருப்பதே ஆல்போர்ட் நோயியம் எனப்படுகிறது. இதில் முதன்மையாகப் பாதிக்கப்படுவது சிறுநீரகமே. இந்த நோய் நிலை 6 வயதிலேயே தொடங்குகிறது. சில சமயங்களில் பிறந்த 1 - 2 மாதங்களிலேயே இந்நோய் காணப்படலாம். சிறுநீரில் குருதி வெளிப்படுவது முதன்மையான அறிகுறியாக இருந்தபோதிலும் 10% நோயாளிகளில் கண் பாதிப்பும் ஏற்படுகிறது.

பார்வை நரம்பு அழற்சியுடன் கண்புரை, அண்மைப் பார்வை, கூம்பு போன்ற கண் வில்லை, விழி ஊசலாட்டம், குருட்டுப் புள்ளியில் விழித்திரைப் பாதிப்பு ஆகியவை உண்டாகின்றன. இந்நோய் ஆண்களில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. முன் புறமாகக் கண் வில்லை கூம்பு போன்று இருக்கிறது. ஆல்போர்ட் நோயியத்தை நோய்க் கூறாய்வு மூலமே உறுதி செய்ய முடியும். இதற்கான சிறப்பு மருத்துவம் எதுவுமில்லை.

மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். Richard E.Berhman, et., al., *Nelson Text Book of Paediatrics*, 12th Edition, W.B. Saunders Company, London, 1983.

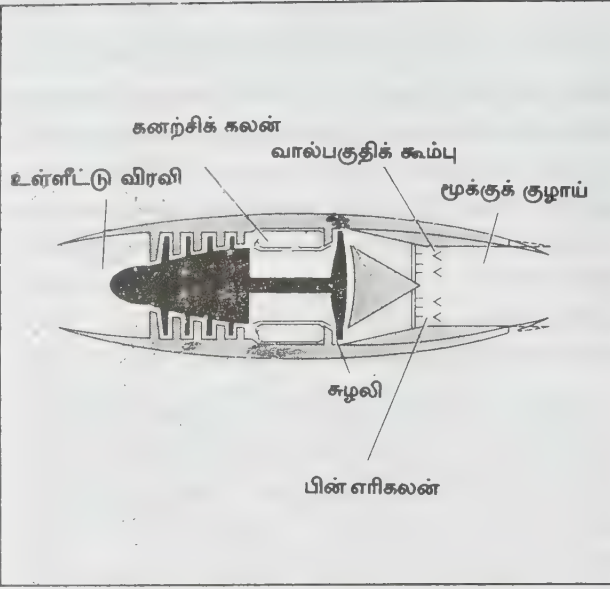
## பிறழ்ச்சி

காண்க: ஒளிப் பிறழ்ச்சி

## பின் எரிகலன்

சுழல்தாரை வானூர்திப் பொறியில் சுழலிக்கும் மூக்குக் குழாய்க்கும் இடையே காணப்படும் கருவி பின் எரிகலன் (after burner) எனப்படுகிறது. எரிபொருளை எரிப்பதால் உண்டாகும் உந்தத்தைப் பின் எரிகலன் கூடுதலாக்குகிறது.

வானூர்தி மேலெழும்போதும், மோதும்போதும் வானூர்திப் பொறியின் உந்தத்தை அதிகரிப்பது சிறந்தது. உந்த அதிகரிப்பைப் பின் எரிகலன் செயல்படுத்துகிறது. பின் எரிதலை மீச்சுடாக்கல் (reheating), வால் முனைக்குழாய் எரிதல் (tail pipe burning), பின் கனற்சி (post combustion) என்றும் வழங்குவர்.



**சுழல் தாரை, வானூர்திப் பொறியில்  
காணப்படும் பின் எரிகலன்**

பின் எரிகலன் இயல்பான உந்தத்தை விட 40%க்கும் மேல் உந்தத்தை உயர்த்தும். இதுவே மீயொலி வேகப் பரப்பில் ஏறத்தாழ 100% க்கும் மேல் இருக்கும். சுழல்தாரை உய்ய அளவு உந்தத்தை உண்டாக்கும்போது காற்று அமுக்கி அதன் உய்யக் காற்று அமுக்க விகிதத்தில் இயங்கும். மிகு வெப்ப நிலையில் வளிமங்கள் சுழலியினுள் நுழையும்; வளிமங்கள் சுழலியை விட்டு வெளியேறும். பின் அவற்றை மீச்சூடாக்கி உந்தத்தை மேலும் உயர்த்தலாம்.

சுழல் தாரையில் சுழலியிலிருந்து வெளியேறும் வளிமங்கள் ஏறக்குறைய 800K வெப்பநிலையில் இருக்கும். மீச்சூடாக்குவதால் இவ்வளிமங்களின் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 2000K அளவிற்குக் கூடுதலாக்கப்படுகிறது. மீச்சூடாக்கப்பட்ட வளிமங்களின் உந்தம், வெப்பநிலை அதிகரிப்பு, வானூர்தி வேகம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். பின் எரிதல் குறை ஒலி வேகத்தை விட (subsonic speed) மீயொலி வேகத்தில் பெரும்பயனைக் கொடுக்கிறது.

பின் எரிகலன் பொருத்தப்பட்ட சுழல் தாரைப் பொறிகளுக்கு மூக்குக் குழாய்களின் பரப்பளவு, மாற்றி அமைக்கக்கூடியதாக இருத்தல் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் பின் எரிதல் நடைபெறும்போது தேவைப்படும் மூக்குக் குழாய்களின் பரப்பளவு பின் எரிதல்

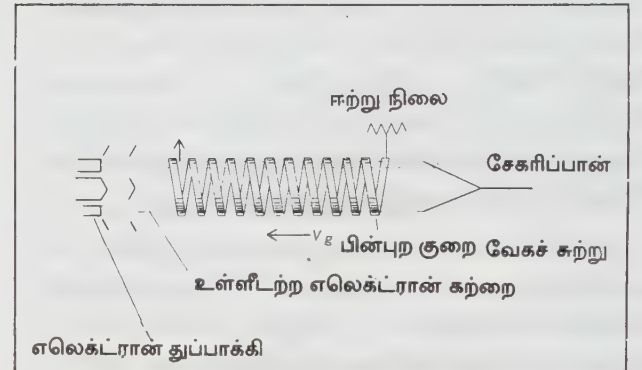
நடைபெறாதபோது தேவைப்படும் பரப்பளவை விடப் பெரிதும் வேறுபடும்.

**இரா. இந்து**

## பின்புற அலைக் குழாய்

இது ஒரு வகை நுண்ணலைப் பயண அலைக் குழாய் ஆகும். எலெக்ட்ரான் கற்றையின் பாய்விற்கு எதிர்த்திசையில் ஆற்றல் பாய்வதால் இக்குழாய் பின்புற அலைக் குழாய் (backward wave tube) எனப்படுகிறது.

0-வகைப் பின்புறப் பயண அலை அலையியற்றி. இது தோற்றத்தில் ஒரு முன்புறப் பயண அலை அலையியற்றியை ஒத்திருக்கும். இக்குழாயில் ஓர் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி எலெக்ட்ரான் கற்றையை உண்டாக்கும். உள்ளீடற்ற இக்கற்றை நெடுக்கவியலாகப் பாயும். கற்றையை ஓர் எழுசுருள் வடிவக் குறை வேக அலைச் சுற்று செயல்படுத்தும். குழாயின் முடிவில் சேகரிப்பான் காணப்படும். இது எலெக்ட்ரான் கற்றையின் பாய்வைத் தடுக்கும்.



**படம் 1. எழுசுருள் குறை வேக அலைச் சுற்று**

0-வகைப் பின்புற அலைக் குழாய். குறை வேக அலைச் சுற்றின் சேகரிப்பான் முனையில் மெருகுப் (glossy) பொருள் பூசப்பட்டிருக்கும். ஆற்றல், சேகரிப்பு முனையிலிருந்து துப்பாக்கி முனைக்குப் பாயும். எனவே, எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கிக்கு மிக அருகில் நுண்ணலை ஆற்றல் சேகரிக்கப்படும். எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டு எழுசுருள் சுற்றுகளுக்கு இடையே பாயும் மின் புலத்தை உண்டாக்கும்.



நுண்ணலைப் புலம் உண்டாக்கும் அச்ச வழி விசைகள், சில எலெக்ட்ரான்களின் வேகத்தை விரைவுபடுத்துவதன் சில எலெக்ட்ரான்களின் வேகத்தை குறைக்கவும் செய்கின்றன. எனவே எலெக்ட்ரான்களின் அச்ச வழி திசையில் குவியும். குவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான் கற்றை குறை வேக அலைச்சுற்றுக்கு ஆற்றலை மாற்றும். இதனால் குழாயில் தொடர்ந்து பின்னூட்டம் ஏற்படும். ஆற்றலின் முன்புறப் பாய்வை எலெக்ட்ரான் கற்றையும் பின்புறப் பாய்வைக் குறை வேக அலைச் சுற்றும் கொடுக்கும். இச்சுற்றின் ஒத்தியங்கு நிலையை (synchronization) அறிவதற்கு எழுசுருளின் அடுத்துள்ள, இரண்டு இடைவெளிகளை ஆயலாம். ஓர் எலெக்ட்ரான் முதல் இடைவெளியிலிருந்து அடுத்துள்ள இடைவெளிக்குச் செல்ல  $P/\mu_0$  நேரம் தேவைப்படுகிறது. இதில் P என்பது எழுசுருளின் புரியிடத் தொலைவு,  $\mu_0$  என்பது எலெக்ட்ரானின் திசைவேகம்.

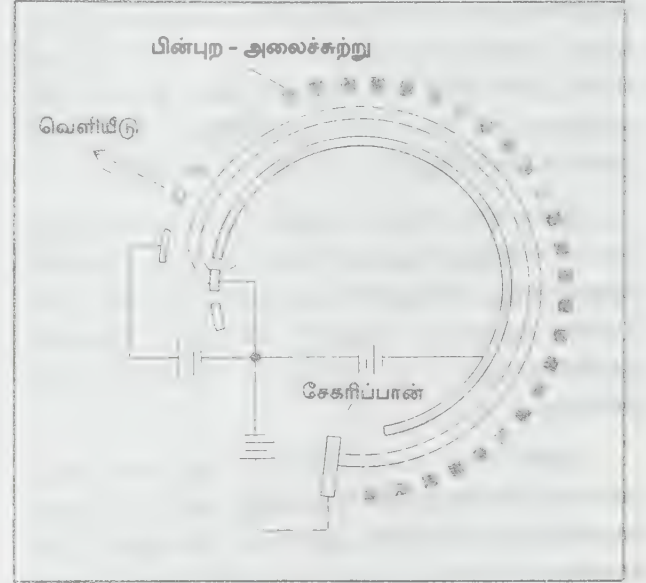
மேற்கூறிய நேரத்தில் எழுசுருளில் f எனும் அதிர்வெண் கொண்ட ஒரு நுண்ணலை ஏதேனும் ஓர் இடைவெளியில் அதன் கட்டத்தை  $2\pi f p/\mu_0$  என மாற்றும். எந்தத் தருணத்திலும் அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு இடைவெளிகளில் உள்ள நுண்ணலைப் புலங்கள்  $2\pi f p/V_0$  ஆல் கட்டத்தில் வேறுபடும். இதில்  $V_0$  என்பது எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியை நோக்கி எழுசுருளில் நுண்ணலை ஆற்றல் செல்லும் திசைவேகம். எனவே முதல் இடைவெளியிலிருந்து இரண்டாம் இடைவெளிக்கு நகரும் ஓர் எலெக்ட்ரான் கூடுதல் புலக்கட்ட மாற்றமான  $\phi$  ஐ அடையும்.

$$2\pi f p/\mu_0 + 2\pi f p/V_0 = \phi$$

கட்ட மாற்றம்  $\phi$ ,  $2\pi$  ரேடியன் அல்லது ஒரு சுழற்சி என இருக்கும்போது ஒத்தியங்கல் உண்டாகும்.  $\mu_0$  எழுசுருளிலிருந்து எதிர் மின்முனை வரையுள்ள மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்திருக்கும். எலெக்ட்ரான் திசைவேகமான  $\mu_0$  மாற்றி அலைவுகளின் அதிர்வெண்ணான f ஐக் கட்டுப்படுத்தலாம். பொதுவாகத் தொடக்கஅலைவு மின்னோட்டத்தை விட இரு மடங்கு உள்ள மின்னோட்டத்தில் இயக்கம் நடைபெறும்.

M-வகைப் பின்புற அலை அலையியற்றி. இது அடிப்படையில் O வகையை ஒத்திருக்கும். M - வகை அலையியற்றியில் ஒரு குறுக்கு வாட்டக் (transverse) காந்தப்புலமும் ஒரு நிலையான ஆர மின் புலமும் மின் முனைக்கும் (pole) பின்புற அலைச் சுற்றுக்கும் இடையில்

காணப்படும். இம்மின்முனை தேவையான திசையில் காந்தப்புலத்தை உண்டாக்கும். மின்முனையுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்னழுத்தமோ குறை-அலைச் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்னழுத்தமோ அலைவெண்ணை இசைவிக்கும். O - வகையை விட M-வகையில் திறன் மிகுதியாகக் காணப்படும். இருப்பினும் M - வகையில் இரைச்சல் மிகுந்திருக்கும்.



படம் 2. M - வகைப் பின்புற -அலை அலையியற்றி

பின்புற அலை மிகைப்பி. ஒரு பின்புற அலை மிகைப்பியின் உள்ளீட்டுச் சேகரிப்பு முனையிலும், வெளியீட்டுத் துப்பாக்கி முனையிலும் காணப்படும். இதன் குறை வேக அலைச்சுற்றை இரண்டு அல்லது மூன்று பகுதிகளாகப் பிரித்தால், மிகைப்பியின் நிலைப்புத்தன்மை உயரும். ஒரு தொடர் (cascade) பின்புற அலை மிகைப்பி 20 dBக்கும் மிகுதியான, நிலையான பெருக்கத்தையும் 1% பின்ன அளவு பட்டை அகலத்தையும், 2:1 இசைவித்தலையும் 3.5 dB போன்ற குறைந்த இரைச்சலையும் கொண்டிருக்கும்.

இரா. இந்து

## பின் மண்டை நிலை

தலை உச்சி மகப்பேற்றுப் பிறழ்வில் இது ஒரு நிலையாகும். இந்தநிலையில் குழந்தையின் பின் தலை தாயின் கூபகத்தின் பின்புறமாகவும், குழந்தையின் மோவாய் முன் புறமாகவும் அமைந்துள்ளது. பத்து விழுக்காட்டு மகப்பேறுகளில் இவ்விதம் நிகழ்கிறது. மகப்பேறு நீடித்த போதிலும், சுகமாகவே முடிகிறது.

இங்கு குழந்தையின் தலை வளைவதில்லை. முன் உச்சித்தோல் மையம் உள் வாயிலில் காணப்படுகிறது. பேறுகாலத்தில் வயிற்றை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் அதனை உறுதி செய்யலாம். குழந்தையின் இதய ஒலிகள் தொப்பூழின் கீழே கேட்கின்றன. இதய ஒலிகள் ஒரே பக்கமாகக் கேட்கப்பட்டால், குழந்தையின் முதுகு அந்தப் பக்கமாக இருக்கிறது எனக் கொள்ள வேண்டும்.

இதில் கிடை நீள வாட்டத்தில் தலை உச்சி முதலில் வெளிப்படுகிறது. குழந்தை தலை வளைந்த நிலையில் கீழிறங்குகிறது. 45° முன்னோக்கி சுழல்கிறது. பின் தலை வெளி வந்தவுடன் தலை வளைந்த நிலையில் வெளிவருகிறது. பூப்பிணைப்புப் பகுதியில் தலை நீள்கிறது.

தோள் பட்டை உள்நோக்கிச் 45° சுழற்சி அடைகிறது. தலையும் வெளிநோக்கிச் சுழல்கிறது. முன்புறத் தோள் வெளிவந்தவுடன், வெளிப்புறத் தோள் விடபத்தின் மேல் செல்கிறது. உடல் ஒரு பக்கமாக வளைந்து, பிறப்புப் பாதை வழியாக வெளி வருகிறது. இது பக்கவாட்டு மடிப்பு எனப்படும்.

சிக்கல். தொப்பூழ்க் கொடி பிதுக்கம், நீண்ட நேரம் பேறுகால வலி, சிறுநீர்த்தேக்கம் ஆகியன சிக்கல்களாக உள்ளன. விடபமும், குதமும் விரைவில் விரிவடைகின்றன. உணர்வு நீக்கம், அறுவை முறையும் தேவைப்படலாம். தாயின் மெல்லிய திசுக்கள் சேதமடையலாம். நுண்ணுயிர் பாதிப்பு உண்டாகலாம். மகப்பேறு சாதாரணமாகச் சிறிது காலதாமதத்துடன் தொடங்குகிறது. சில நேரங்களில் மூலாதார வெட்டு (episistomy) செய்ய நேரிடும்.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Maye's Midwifery; Text Book for Midwives, Tenth Edition, Bailliere Tindall, London, 1984.

## பின்விழிக் கோளப் பார்வை அழற்சி

இந்த அழற்சி (retrobular neuritis) தீவிரமாகவோ, நாட்பட்டோ இருக்கலாம். பார்வை நரம்பின், பார்வைப் புள்ளி நரம்பு இழைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இது பொதுவாக ஒரு கண்ணைப் பாதித்தாலும், அரிதாக இரு கண்களும் பாதிக்கப்படலாம். பரவலாகக் கடினத்தன்மையடையும் மூளை நோயில் பார்வை நரம்பு பாதிக்கப்படலாம். சிலபோது மேகநோய், நோய்க் குவியங்கள், தீவிர தொற்றும் நோய்கள், நீரிழிவு நோய், கண் குழிவு, எலும்புழற்சி, மூக்கின் காற்றுக் குழிவுகளின் அழற்சி ஆகியவையும் இந்நோய்க்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

அறிகுறிகள். பார்வை பாதிப்பு, தலைவலி, நரம்பு வலி, கண் வலி, தொடு வலி ஆகியவை காணப்படும். ஒளிக்கற்றை செலுத்தப்படும்போது பார்வையின் சுருக்கம் நீடித்திராது ஒரு தொடக்க அறிகுறியாகும். பார்வை நரம்புப் படல வீக்கம், குருதிப் பெருக்கு நீர்க்கசிவு, பார்வைப் பாதிப்பு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. நோய் பொதுவாகத் தானாகவே சீரடைகிறது. அரிதாக மீண்டும் தோன்றலாம். சிலபோது முழுமையாகப் பார்வை இழப்பு ஏற்படுகிறது. நோயின் காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து மருத்துவம் அளிப்பது சிறந்தது.

இந்நோய் பரம்பரையாக எப்போதாவது வரலாம். லெபரின் நோய், டெவிக்கின் நோய், ஷில்டரின் நோய் ஆகியவற்றை இதன் அரிய வகைகளாகக் குறிப்பிடலாம்.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Alexander G. Cross, *Manual of diseases of the eye*, 13th Edition, CBS Publishers, New Delhi, 1985.

## பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்

அறை அழுத்த நிலையில் சிதையாமல் காய்ச்சி வடிக்கக் கூடிய நீர்மங்களை அவை எளிதில் ஆவியாகாத மாசுகளுடன் கலந்திருந்தால் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரித்தெடுக்கலாம். இம்முறையில் நீர்மம் ஆவியாக்கப்பட்டுப் பின்னர் குளிரச் செய்து தூய நீர்மமாகப் பெறப்படுகிறது.

ஆவியாகக் கூடிய மாசுகளுடன் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய நீர்மம் கலந்திருந்தால் அதனைப் பின்னகாய்ச்சி வடித்தல் (fractional distillation) மூலம் பிரிக்கலாம்.



இம்முறையில் கலவையை ஒரு குடுவையில் காய்ச்சி வடிக்கும் போது குறைந்த கொதிநிலை உடைய நீர்மம் முதலில் ஆவியாகிறது. இந்த ஆவியில் உயர் கொதிநிலை உடைய நீர்மம் மிகக் குறைந்த அளவே கலந்திருக்கும். இதே போன்று குடுவையில் தங்கியுள்ள உயர் கொதிநிலை உடைய நீர்மத்துடன் குறைந்த கொதிநிலை உடைய நீர்மம் குறைந்த அளவே கலந்திருக்கும். இரண்டு நீர்மங்களையும் மீண்டும் மீண்டும் காய்ச்சி வடிப்பதன் மூலம் தூய நீர்மங்களைப் பெறமுடியும்.

இரண்டு நீர்மங்களின் கொதிநிலையில் வேறுபாடு குறைவாக இருப்பின் அவற்றைப் பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கும் முறை மூலம் பிரிக்கலாம். நீண்ட குழாயில் உள்ள தடுப்பு ஒவ்வொன்றும் பின்னக்காய்ச்சி வடிக்கும் கருவியாக இயங்குகிறது. ஆவி ஒவ்வொரு தடுப்பின் வழியாக மேலே செல்லச் செல்ல, மேல் செல்லும் ஆவியில் குறைந்த கொதிநிலை நீர்மத்தின் பகுதி அதிகரித்துக் கொண்டேயிருக்கும். கீழே செல்கின்ற நீர்மத்தில் உயர் கொதிநிலையுடைய நீர்மப்பகுதி அதிகரிக்கும். இறுதியாகக் குடுவையில் முற்றிலும் உயர் கொதிநிலை உடைய நீர்மம் தங்கும். பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கும் கருவியின் வழியாக வெளிவரும் ஆவி முற்றிலும் குறைந்த கொதிநிலையையுடைய நீர்ம ஆவியாக இருக்கும். தொழில் துறையில், பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. பெட்ரோலியத் தொழில் துறையில், பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. பெட்ரோலியத் தொழில் துறையில் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் இடம் பெறுகிறது.

ஜி. கோவிந்தராஜு

துணைநூல். C.N.R. Rao, *University General Chemistry*, Macmillan India Ltd, Madras, 1995.

## பின்னம்

ஒன்றின் பகுதியாக வருவதைப் பின்னம் (fraction) என்பர். ஒன்றைப் பல சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கும்போது, அதில் ஒன்றோ அதற்கு மேலான சமபகுதிகளையோ பின்னம் மூலமாகக் குறிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக  $3/4$  என்னும் பின்னம், ஒன்றை நான்கு சமபகுதிகளாகப் பிரித்து, அதில் மூன்று பகுதிகளை எடுத்துக் கொள்வதை குறிக்கும். பொதுவாக, ஒரு கோவையை மற்றொரு கோவையால் வகுப்பதைப் பின்னம் எனலாம்.

ஒரு பின்னத்தில் இரண்டு எண்கள் ஒரு சிறிய கோட்டால் பிரித்துக் காட்டப்படுகின்றன. சிறிய கோட்டிற்கு மேல் உள்ள எண் மேலெண் அல்லது தொகுதி (numerator) எனவும், கீழே

உள்ள எண் கீழெண் அல்லது பகுதி (denominator) எனவும் கூறப்படும். தொகுதி, பகுதி இரண்டும் பின்னத்தில் உறுப்புகளாகும்.

ஒரு பின்னத்தின் மேலெண், கீழெண் இவற்றைச் சுழியற்ற ஒரே எண்ணால் பெருக்கினாலோ, வகுத்தாலோ அப்பின்னத்தின் மதிப்பு மாறாது. எடுத்துக்காட்டாக  $2/5$ ,  $4/10$ ,  $6/15$  என்பன ஒரே மதிப்பை உடைய சம பின்னங்களாகும். வெவ்வேறு எண்களைப் பகுதி, தொகுதிகளாகக் கொண்ட பின்னங்கள் சம மதிப்பு கொண்டவையாக இருக்கலாம். இப்பின்னங்கள் வடிவம் மாறினாலும் மதிப்பு மாறாமல் இருக்கிறது. பின்னத்தை ஒரு வகுத்தலின் ஈவாகக் கொள்ளலாம். ஆகவே ஒரு பின்னத்தின் பகுதி ஒருபோதும் சுழியாக இருக்க முடியாது என்பது தெளிவாகிறது.

ஒரு பின்னத்தின் பகுதி, தொகுதி இவற்றிற்கு 1-ஐத் தவிர வேறு பொதுக்காரணிகள் இராவிடில் அப்பின்னம் சுருக்க முடியாத அமைப்பில் உள்ளதாகக் கூறப்படும். ஒரு பின்னத்தை, சுருக்க முடியாத அமைப்பில் உள்ள அதன் சம பின்னமாக எழுதும்போது, அப்பின்னத்தைச் சுருக்கி எழுதியதாகக் கூறலாம். எடுத்துக்காட்டாக,  $21/28$  என்னும் பின்னத்தை சுருக்கினால்  $3/4$  என்னும் பின்னம் கிடைக்கும்.

ஒரே பகுதியையுடைய பல பின்னங்களைக் கூட்டுவது எளிது. பின்னங்களில் தொகுதிகள் அனைத்தையும் கூட்டி வந்த எண்ணைத் தொகுதியாகவும், பொதுவான பகுதியைப் பகுதியாகவும் உடைய பின்னமே அப்பின்னங்களின் கூட்டலாகும். எடுத்துக்காட்டாக,  $1/5$ ,  $3/5$ ,  $4/5$  இவற்றின் கூட்டல்  $1 + 3 + 4/5$  அல்லது  $8/5$  ஆகும். வெவ்வேறு பகுதிகளைக் கொண்ட பல பின்னங்களைக் கூட்டும்போது அவற்றை ஒரே பகுதியைக் கொண்ட சம பின்னங்களாக மாற்றிப் பிறகு முன் கூறிய முறையில் கூட்டவேண்டும். இப்பகுதி, கொடுத்துள்ள பின்னங்களின் பகுதிகளுடைய மீச்சிறு பொதுமடங்காகும். எடுத்துக்காட்டாக,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $1/5$  என்னும் பின்னங்களைக் கூட்ட வேண்டுமானால் அதன் பகுதிகளான 3, 4, 5 இவற்றின் மீச்சிறு பொதுமடங்கு 60 ஆகும்.

$$\begin{array}{rcl} 2/3 \text{ என்பதை} & 1/5 \text{ என்பதை} & \\ 2 \times 20 & 40 & 1 \times 12 & 12 \\ 3 \times 20 & = & 60 \text{ எனவும்,} & 5 \times 12 & = & 60 \text{ எனவும்} \\ \text{மாற்றிக் கூட்ட, கூட்டலின் மதிப்பு} & 40 + 45 + 12 & = & 97 \\ & 60 & & 60 \end{array}$$

எனக் கிடைக்கிறது.

இது போலவே ஒரு பின்னத்திலிருந்து மற்றொரு பின்னத்தைக் கழிப்பதற்கு அவற்றை ஒரே பகுதியுடைய சம

பின்னங்களாக மாற்றிக் கழிக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக

$$2/5 - 1/3 = 6/15 - 5/15$$

$$6 - 5/15 = 1/15 \quad \text{ஆகும்.}$$

ஒரு பின்னத்தை மற்றொரு பின்னத்தால் பெருக்க, அவற்றின் தொகுதிகளைப் பெருக்கி அதனைத் தொகுதியாகவும், அவற்றின் பகுதிகளைப் பெருக்கி அதனைப் பகுதியாகவும் கொண்ட பின்னத்தை எழுத வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக,

$$7/8 \times 3/5 = 7 \times 3/8 \times 5 = 21/40 \text{ ஆகும்.}$$

ஒரு பின்னத்தின் தொகுதி, பகுதிகளை முறையே பகுதி, தொகுதிகளாகக் கொண்டு எழுதப்பட்ட பின்னம் முதல் பின்னத்தில் தலை கீழ்ப்பின்னம் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக  $3/5$  இன் தலை கீழ்ப்பின்னம்  $5/3$ . ஒரு பின்னத்தை மற்றொரு பின்னத்தால் வகுக்க, முதல் பின்னத்தை இரண்டாம் பின்னத்தின் தலைகீழ்ப் பின்னத்தால் பெருக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக

$$3/7 \div 2/5 = 3/7 \times 5/2 = 15/14 \text{ ஆகும்.}$$

பின்னங்களின் இயற்கணித விதிகளைப் பின்வரும் வாய்பாடுகள் மூலமாகக் குறிக்கலாம்.

$$(1) \text{ கூட்டல் : } a/b + c/d = ad + bc/bd$$

$$(2) \text{ கழித்தல் : } a/b - c/d = ad - bc/bd$$

$$(3) \text{ பெருக்கல் : } a/b \times c/d = ac/bd$$

$$(4) \text{ வகுத்தல் : } a/b \div c/d = ad/bc$$

$$(5) \text{ படிக்கு உயர்த்தல் : } (a/b)^n = a^n/b^n$$

ஒரு பின்னத்தின் பகுதி, தொகுதியை விட, மிகுதியாக இருந்தால் அதன் மதிப்பு ஒன்றுக்குக் குறைவாக இருக்கும். அப்பின்னம் தகுபின்னம் எனப்படும். பகுதியின் மதிப்பு தொகுதியின் மதிப்பை விடக் குறைவாக இருந்தால், பின்னத்தின் மதிப்பு ஒன்றைவிட மிகுதியாக இருக்கும். அப்பின்னம் தகாபின்னம் எனப்படும். முழு எண், பின்னம் ஆகிய இரு பகுதிகளையும் ஒரே எண் கொண்டிருந்தால் அது கலப்பெண் எனப்படும். ஒரு கலப்பெண்ணைத் தகாபின்னமாகவும், ஒரு தகாபின்னத்தை கலப்பெண்ணாகவும் மாற்றி எழுத முடியும். எடுத்துக்காட்டாக  $3/5$  தகு பின்னம்;  $7/4$  தகாபின்னம்.  $1\frac{3}{4}$  என்பது கலப்பெண்.  $1\frac{3}{4}$  என்னும் பின்னத்தை  $1 + 2/3 = 3/3 + 2/3 = 5/3$  எனத் தகாபின்னமாக மாற்றலாம். இதுபோலவே  $27/5$  என்னும் தகாபின்னத்தை  $25/5 + 2/5 = 5\frac{2}{5}$  என்னும் கலப்பெண்ணாக மாற்றலாம்.

பின்னங்கள் சாதாரண பின்னம், சிக்கல் பின்னம், தசமப் பின்னம், தொடர் பின்னம், பகுதிப் பின்னம் எனப் பலவகைப்படும். ஒரு பின்னத்தின் பகுதி, தொகுதி இரண்டும் இயல் எண்களாக இருப்பின் அது சாதாரண பின்னம் எனப்படும். ஒரு பின்னத்தின் தொகுதியோ, பகுதியோ இரண்டுமோ இயல் எண்களாக இல்லாதிருப்பின் அது சிக்கல் பின்னம் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக

$$2\frac{3}{4} / 1\frac{1}{4}, \sqrt{7}/\sqrt{5} \text{ என்பன சிக்கல் பின்னங்கள் ஆகும்.}$$

ஒரு பின்னத்தின் பகுதி 10 ஆகவோ, 10 இன் படியாகவோ இருப்பின், அது தசமப்பின்னம் எனப்படும். தசமப்பின்னத்தில், முழு எண் பகுதிக்குப் பின்வரும் பின்னப்பகுதியைத் தசம புள்ளியிட்டுக் குறித்தல் வழக்கமாகும். எடுத்துக்காட்டாக,  $237/100$  என்னும் தசமப் பின்னத்தை 2.37 என எழுதலாம்.  $1/3$  என்னும் பின்னத்தைத் தசமப் பின்னமாக எழுதுதல்போது .3333... என்னும் முடிவிலாத் தசமப் பின்னம் கிடைக்கிறது. இதில் 3 என்னும் எண் தொடர்ச்சியாக வந்துகொண்டேயுள்ளது. ஆகவே, இதனைத் தொடர் தசமப்பின்னம் எனலாம். இதைச் சுருக்கமாக,  $3!$  என்று 3 க்கு மேல் ஒரு புள்ளியிட்டுக் குறிக்கலாம். இதேபோல்,  $4! 5$  என்பது .415151515... என்னும் தொடர் தசமப்பின்னத்தைக் குறிக்கும். விகிதமுறு எண்களைத் தசமப்பின்னங்களாக மாற்றினால், அவை சாதாரண தசம பின்னங்களாகவோ தொடர் தசம பின்னங்களாகவோ இருக்கும். ஆனால், விகிதமுறா எண்கள் தசம அமைப்பில் முடிவில்லாமலும், தொடர்றும் உள்ள தசமப் பின்னங்களாகவே இருக்கும்.  $\sqrt{2}$ ,  $\pi$ ,  $e$  போன்றன இத்தகைய எண்களாகும். இவற்றின் மதிப்புகளைக் கணிப்பான் பொறிகளின் மூலமாகப் பல்லாயிரம் தசமதானங்களுக்குத் திருத்தமாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

$$40/27 \text{ என்னும் பின்னத்தை } 1 + 13/27 \text{ என எழுதலாம்.}$$

இதை மீண்டும்

$$1 + \frac{1}{27/13} = \frac{1 + \frac{1}{2 + 1/13}}{27/13}$$

என எழுதினால் அது தொடர் பின்னமாகிறது. இத் தொடர்பின்னத்தின், 1,

$$1 + 1/2 = 3/2, 1 + \frac{1}{2} = 1/13 = 40/27$$

என்பன முறையே முதல், இரண்டு, மூன்றாம் ஒருங்கிகள் எனப்படும். ஒரு தொடர் பின்னத்தின் எந்த இரண்டு அடுத்தடுத்த ஒருங்கிகளின் வேறுபாட்டைக் கண்டு



பிடித்தாலும், அவ்வாறு வரும் பின்னத்தின் தொகுதியின் மதிப்பு, 1 ஆகவே இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, மேலே கூறப்பட்டுள்ள தொடர்பின்னத்தின் இரண்டு, மூன்றாம் ஒருங்கிகளின் வேறுபாடு,  $3/2 - 40/27 = 81 - 80/54 = 1/64$ . இது தொடர்பின்னத்தின் ஒரு சிறப்பான பண்பாகும். இதைப் பயன்படுத்தியே இயற்கணிதத்தில் டயர்ஃபன்டையான் சமன்பாடுகள் (Diophantine equations) என்னும் வகைச் சமன்பாடு தீர்க்கப்படுகிறது. மேலும்  $\sqrt{2}$  என்னும் விகிதமுறா எண்ணை

$$\begin{array}{r} 1 + 1 \\ \hline 1 + 1 \\ \hline 1 + 1, \dots \end{array}$$

என்னும் எளிய அமைப்புக் கொண்ட முடிவிலாத் தொடர் பின்னமாக எழுதலாம்.

பின்னங்களின் தொகுதி, பகுதிகள் எண்களாக இல்லாமல் இயற்கோவையாகவோ, திரிகோணமிதி விகிதங்கள் அல்லது கோவைகளாகவோ இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக

$$\begin{array}{ccc} \sin X & x+y & 2x+y \\ \hline \cos 2x & x \sin y & 3x^2 + 1 \end{array}$$

என்பவற்றையும் பின்னங்களாக கருதலாம்.

$$\begin{array}{r} 3x - 4 \\ \hline x^2 - 3x + 2 \end{array}$$

எனும் கேர்வையை  $1/(x-1) + 2/(x-2)$  என்று எழுதலாம்.

இதில்  $1/(x-1)$ ,  $2/(x-2)$  என்பன பகுதிப்பின்னங்கள் எனப்படும்.

1. என்னும் எண்ணைத் தொகுதியாகக் கொண்ட பின்னங்கள் அலகு பின்னங்கள் (unit fractions) எனப்படும். 60 என்னும் எண்ணைப் பகுதியாகக் கொண்ட பின்னங்கள் (sexagesimal fractions) எனப்படும். இப்பின்னத்தை பாபிலோனியர் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுத்தினர்.

பின்னங்களை முதலில் அறிந்தோர் இந்தியக் கணித அறிஞர்களே எனத் தெரியவருகிறது. பிரமகுப்தர், பாஸ்கரா இவர்களுடைய நூல்களில் பின்னங்களைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். ஆனால் இவர்கள் பின்னங்களைக் கோடின்றி எழுதினர். கோடிடும் வழக்கம் முதன்முதலில் அரேபியரால் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. தசமப் பின்னங்களைச் சீனர் தங்கள்

அளவியலில் பெரிதும் பயன்படுத்தினர். பின்னம் பொறிப்பதில், கணிதம், வணிகம் முதலிய துறைகளைத் தவிரச் சமையல், தையல், தச்சுப் போன்ற துறைகளிலும் இன்றியமையாதது.

நீ. சிவராமகிருஷ்ணன்

## பின்னீட்டுக் கோடுகள்

இரண்டு அல்லது மேம்பட்ட மாறிகளுக்கிடையேயுள்ள சராசரி உறவின் அளவைப் பின்னீடு (regression) எனப்படும். ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட மாறிகளின் மதிப்புகளைப் பற்றித் தெரிந்தனவற்றின் துணையால், மற்றுமொரு மாறியின் மதிப்புகளை மதிப்பீடு செய்வதற்குப் பின்னீடு முயல்கிறது. மேலும் மதிப்பீடு காணுங்கால் ஏற்படுகின்ற பிழைகளின் மதிப்புகளையும் அறிந்து கொள்ள முனைகிறது. இச்சொல்லை முதன்முதலாக, 1877இல் சர் ஃபிரான்ஸிஸ் கால்டன் பயன்படுத்தியுள்ளார்.

பின்னீட்டுப் பகுப்பாய்வு. இது  $x$  எனும் மாறியின் தெரிந்த மதிப்புகளின் மூலமாக, அறியாத மாறி  $y$  இன் மதிப்புகளை மதிப்பீடு காணும் புள்ளியில் வழிவகுப்பு ஆகும்.  $x$  ஐச் சாரா மாறி எனவும்,  $y$  ஐச் சார்மாறி எனவும் கொண்டு, இரண்டு மாறிகளுக்கும் இடையே  $Y = ax + b$  எனும் நேர்கோட்டுச் சார்பை எடுத்துக்கொண்டு ஆய்வு மேற்கொள்வதால் இவ்வழி வகுப்பை நேர்கோட்டுப் பின்னீட்டுப் பகுப்பாய்வு எனக் குறிப்பிடுவர்.  $Y = ax + b$  எனும் பின்னீட்டுக் கோடு  $x$  ன் கொடுத்துள்ள மதிப்புகளுக்கான  $y$  இன் சராசரி மதிப்புகளை வெளிக் காட்டுகிறது. இங்கு  $x$  சாரா மாறியாகவும்,  $y$  சார் மாறியாகவும் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.  $a$ ,  $b$  எனும் குணகங்களை மீச்சிறு வர்க்க முறையைக் கையாண்டு, கிடைக்கிற நேர்கோட்டின் சமன்பாடு

$$y - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x})$$

என்பதாகும். இச்சமன்பாட்டில்  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  என்பன முறையே மாறிகள்  $x$ ,  $y$  இன் சராசரிகளாகும்; அவற்றின் ஒட்டுறவுக் கெழு (correlation)  $r$  ஆகும்.  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  முறையே அவற்றின் திட்ட விலக்கங்கள் (standard deviation) ஆகும்.

இவ்வழியைப் பற்றியே  $x$  ஐச் சார் மாறியாகவும்  $y$  ஐச் சாரா மாறியாகவும் எடுத்துக் கொண்டு கணித்தால் கிடைக்கும் சமன்பாடு,

$$x - \bar{x} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (y - \bar{y})$$

ஆகும்.

மேலே கிடைத்துள்ள நேர்கோடுகளின் சாய்வுகளை (slope)

$$b_{yx} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$$

$$b_{xy} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

எனக் குறிப்பிட்டு, அவற்றைப் பின்னீட்டுக் கெழுக்கள் (regression coefficients) என்பர்.

பின்னீட்டுக் கோடுகளின் பண்புகள். முன்னுள்ள இரு நேர்கோடுகளும் ( $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ) எனும் புள்ளியில் வெட்டிப் போகின்றன. இரு மாறிகளுக்குமிடையே (மிகை அல்லது குறை) முழுமையுறு ஒட்டுறவு இருக்குமானால் இவ்விரு நேர்கோடுகளும் ஒரே கோடாகப் பொருந்தியமையும். அம்மாறிகளுக்கிடையே உறவில்லை எனில் நேர்கோடுகள் செங்குத்தாக வெட்டிக் கொள்ளும். உறவு உளதாயின் குறுங்கோணம், குறை உறவு உளதாயின் விரிகோணமும், அவற்றிற்கிடையே அமைந்திருக்கும்

பின்னீட்டுக் கெழுக்கள்  $b_{yx}$ ,  $b_{xy}$  ஆகிய இரண்டும் ஒரே குறியைக் கொண்டிருக்கும். அவற்றின் பெருக்கற்பலன் ஒட்டுறவுக் கெழுவின் வர்க்கமாகும்.

$$b_{yx} b_{xy} = r^2$$

இரண்டும் ஒரே நேரத்தில் ஒன்றிற்குப் பெரிதாக அமையா.

மதிப்பீட்டின் தரப் பிழை.  $x$  ஆகப் பற்றிய  $y$  இன் பின்னீட்டுக் கோட்டின்படி கணித்த  $y$  இன் மதிப்பீடு  $\hat{y}$  எனில்  $\hat{y}$  இன் கணிப்பு எவ்வளவிற்குப் பொருத்தமானது என்பதற்கான ஓர் அளவையின் தேவை வேண்டப்படுகிறது. அதுவே  $\hat{y}$  இன் தரப்பிழை எனக் கூறி

$$S_{yx} = \sigma_y \sqrt{1 - r^2}$$

எனக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. இது போன்றே.

$$S_{xy} = \sigma_x \sqrt{1 - r^2}$$

ஆனது,  $\hat{x}$  இன் தரப்பிழை ஆகும். பொதுவாகத் தரப்பிழைகள் மதிப்பீடுகளின் சரிநிலையை அளிக்கின்றன. எவ்வளவிற்குத் தரப்பிழைகள் சிறியவையாக அமைகின்றனவோ,

அவ்வளவிற்கு மதிப்பீடுகள் சரிநிலையை தெருங்கி அமைகின்றன.

ஒட்டுறவு பகுப்பாய்வு. பின்னீட்டுப் பகுப்பாய்வு இவை இரண்டும் வெவ்வேறு முனைவுகளால் இயற்றப்பட்டுள்ளன. மேலும் அவை வெவ்வேறான தகவல்களைத் தருகின்றன. மாறிகளுக்கிடையேயான துணை மாறல்களின் கோட்டளவை ஒட்டுறவு அளிக்கிறது. அதே சமயத்தில் எதிர்கால மதிப்பீட்டிற்கானதுவும், மாறிகளுக்கிடையேயானதுவுமான உறவு முறையின் இயல்பைப் பின்னீடு ஆராய்கிறது. காரணகாரிய இயல்பைக் காணப் பின்னீடு பகுப்பாய்வால் மட்டுமே முடியும். ஒட்டுறவுக்கெழு சீரமைவுக் கொண்டது. பின்னீட்டுக் குணகங்கள் அத்தன்மையைப் பெறவில்லை. வேண்டிய அமையாத பின்னீட்டுப் பகுப்பாய்வு நடைமுறையில் ஏற்படுவதேயில்லை.

எதிர்கால மதிப்பீடு காணுங்கால் அடிப்படையான முறைவுகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படாதிருத்தலை உறுதி செய்து கொள்ளல் வேண்டும். மேலும் கணிப்பதற்கு எடுத்தாளப்பட்ட மதிப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட காலத்திற்கே இவ்வெதிர்கால மதிப்பீடு பொருந்தும்.

மு. திரவியம்

## பின்னூட்டம்

ஒரு மின்னணுச் சுற்று அல்லது கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் வெளியீட்டின் (output) ஒரு பகுதியை எடுத்து அதன் ஏற்பு வாயிலேயே (input) செலுத்துதல் பின்னூட்டம் (feedback) எனப்படும். பின்னூட்டத்திற்காகப் பயன்படும் சுற்று பின்னூட்டச் சுற்று (feedback circuit) எனப்படும். பின்னூட்டப்படும் குறிப்பலைகள் (signals) உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைகளுடன் ஒரே கட்டஅமைப்பில் இருப்பின் இத்தகைய பின்னூட்டம் ஆகக் பின்னூட்டம் (positive feedback) எனப்படுகிறது. மாறாகப் பின்னூட்டப்படும் குறிப்பலைகள் உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைகளுக்கு எதிரான கட்ட அமைப்பில் இருப்பின் எதிராக்கப் பின்னூட்டம் (negative feedback) எனப்படுகிறது.

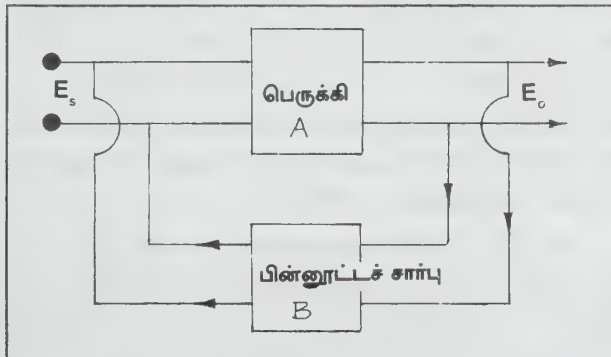
எதிராக்கப் பின்னூட்டம், மின்னணுச் சுற்றுகள், தானியங்கு கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் போன்றவற்றில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதோடு அவற்றின் செயல்திறனையும் மேம்படுத்துகிறது. மின்னணுச் சுற்றுகளில் எதிராக்க



பின்னூட்டத்தால் ஒரு பெருக்கிச் சுற்றின் அதிர்வெண் பொறுத்த இயல்புகளை மாற்றவும், அதனால் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்கள் சீரான பெருக்கு தன்மை பெறவோ அல்லையற்றிச் சுற்றுகளில் அலைவுகளை (oscillators) ஏற்படுத்தவோ முடியும். மேலும் இப்பின்னூட்டம், ஓர் அமைப்பின் பெருக்குதிறனை வெப்பநிலை மாற்றம், உறுப்பு மாற்றம் போன்றவற்றிலும் நிலையாக, சீராக வைத்துக் கொள்ள உதவுகிறது. மேலும் குலைவைக் (distortion) குறைக்கிறது. தானியங்கு கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் பின்னூட்டம் உண்மையான வெளியீட்டையும் (actual output) குறியீடு வெளியீட்டையும் (desired output) ஒப்பிடவும், இவ்விரு வெளியீட்டிற்கிடையேயான வேறுபாடு உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவிக்குப் பயன்படுகிறது.

**பெருக்கிப் பின்னூட்டம்.** ஒரு பெருக்கியின் பின்னூட்டம் என்பது வெளியீட்டின் ஒரு பகுதியை எடுத்து ஏற்பு வாயிலேயே செலுத்துவதாகும். பொதுவாகப் பின்னூட்டப்படும் ஒரு பெருக்கியின் அதிர்வெண்களுக்கேற்ற இயல்புகள் பின்னூட்டப்படாத பெருக்கியை விடச் சீராக உள்ளன. அகன்ற பட்டை அகலத்தையும் (bandwidth) சீரிய அதிர்வெண் பொறுத்த இயல்புகளையும் கொண்டதாக இவ்வமைப்பு விளங்குகிறது. மேலும் திரிதடையம் (transistor) வெற்றிடக் குழாய் சிறப்பியல்புகளால் தோன்றும் சீரிசைக் குலைவைக் (harmonic distortion) குறைக்கப் பின்னூட்டம் பெரிதும் உதவுகிறது. தகுந்த, சீரான சுற்றுகளைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படாத பின்னூட்டம் ஓர் அமைப்பின் சிறப்பியல்புகளைப் பெருமளவுக்குப் பாதிக்கிறது. சரியான பின்னூட்டம் பயன்படுத்தப்படவில்லையெனில் ஒரு பெருக்கி, அலையியற்றியாகச் (oscillator) செயல்படத் தொடங்கிவிடும்.

பின்னூட்டத்தைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பின் செயல்பாட்டைக் கட்ட வரைபடத்தைக் (block diagram) கொண்டு விளக்கலாம்.



சைன் வடிவ உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தை  $E_s$  என்றும், பெருக்கியின் பெருக்கு திறனை  $A$  என்றும் கொள்ளலாம். பெருக்குத் திறன் அதிர்வெண்ணை பொறுத்த சார்பாகும். பெருக்கிக்குப் பின்னூட்டம் கொடுக்கப்படாத நிலையில் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்  $E_o = AE_s$ . ஏனெனில்  $E_i = E_s$ . பெருக்கிக்குப் பின்னூட்டம் கொடுக்கும்போது  $E_i = E_s + E_f$ .

$E_f$  என்பது பின்னூட்ட மின்னழுத்தம்.

$E_o = AE_i$  மற்றும்  $E_f = \beta E_o$  என்றும் இருக்குமானால் பின்னூட்டப் பெருக்கியின் பெருக்குதிறனைப் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$E_o/E_s = A / 1 - A\beta$$

பின்னூட்டத்தால் பெருக்கியின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்த பெருக்குதிறன் பின்னூட்டமிராதபோது அதன் பெருக்கு திறன் ஆகியவற்றை மேற்காணும் சமன்பாடு தெளிவுபடுத்துகிறது.  $(1 - A\beta)$  எனும் பகுதி, கலப்பெண் (complex number) ஆகும். எனவே பெருக்கிக்குப் பின்னூட்டம் கொடுக்கும்போது பெருக்குதிறனின் எண் மதிப்பு (magnitude), கட்டக்கோணம் (phase angle) ஆகியவை பின்னூட்டம் கொடுக்கப்படாத நிலையிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளமையை அறியலாம். இவ்வேறுபாடு  $A$  மற்றும்  $B$  இன் மதிப்பையன்றிப் பொதுவான கருதுகோளைப் பொறுத்துக் காணப்படவில்லை.

ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில்  $A\beta = 1$  என்று இருக்குமானால் பெருக்கு திறன் சமன்பாட்டின் பகுதி (denominator) சுழிக்குச் சமமாகும். ஆனால் தொகுதி (numerator) சுழிக்குச் சமமாக இராது. இந்த நிலையில் பெருக்கி எந்த அதிர்வெண்ணில்  $A\beta = 1$  என இருந்ததோ, அந்த அதிர்வெண்ணைத் தோற்றுவிக்கும் அலையியற்றியாகச் செயல்படும், மேலும்  $A\beta$  இன் மதிப்பு ஒன்றை விட மிகும் போதும்,  $A\beta$  இன் கட்டக்கோணம்  $0^\circ$ ,  $360^\circ$  அல்லது  $360^\circ$  இன் மடங்காக (integral multiple) இருக்கும்போதும் பெருக்கி, அலையியற்றியாகச் செயல்படத் தொடங்கும்.

**ஆக்க எதிராக்கப் பின்னூட்டம்.** உள்ளிடப் படுகின்ற மாறுதிசை மின்னழுத்தத்திற்கு வலிமையூட்டும் வகையில் பின்னூட்டப்படுகின்ற மின்னழுத்தம் அமையுமானால் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தம் உயர்கிறது. எனவே வெளியீடும் கூடுகிறது. இதை ஆக்கப் பின்னூட்டம் என்பர். மாறாகப் பின்னூட்டப்படும் மின்னழுத்தம் உள்ளிடப்படுகின்ற மின்னழுத்தத்தை எதிர்க்குமானால் நிகரத்தில் உள்ளீடு குறையும். எனவே வெளியீடும் குறையும். இதை எதிராக்கப் பின்னூட்டம் என்பர்.

பின்னூட்டச் சமன்பாட்டின் பகுதியின் எண் மதிப்பு ஒன்றை விட மிகும் போது பெருக்கியின் இத்தகைய எதிராக்கப் பின்னூட்டத்தால் கிடைக்கும் பெருக்குதிறன் பின்னூட்ட மில்லாத நிலையிலுள்ள பெருக்கு திறனைவிடக் குறைவாக இருக்கும். எனவே நிலையான செயல்பாட்டைப் பெற முடிகிறது. பகுதியின் மதிப்பு ஒன்றை விடக் குறைவாக இருக்கும்போது, இத்தகைய ஆக்கப் பின்னூட்டத்தால் கிடைக்கும் பெருக்கியின் பெருக்குதிறன் பின்னூட்டமில்லாத நிலையிலுள்ள பெருக்கு திறனை விட மிகுதியாக இருக்கும். இந்நிலையில் சுற்று, நிலையற்ற தன்மை கொண்டதாகவும், அலையியற்றியாகச் செயல்படவும் முடிகிறது. எனவே  $A\beta$  இன் எண்மதிப்பு, கட்டக்கோணம்  $\theta$  ஆகியவை பின்னூட்டத்தின் வகையை, ஆக்கப் பின்னூட்டம் அல்லது எதிராக்கப் பின்னூட்டம் என வகைப்படுத்துவதில் துணை நிற்கின்றன.

பொதுவாகப் பின்னூட்டப் பெருக்கியில் அலைவுகள் தோன்றுவதை அடைய, சுழி முதல் போதுமான அளவு உயர் அதிர்வெண்கள் வரையிலான (ஏறத்தாழ 100,000 Hz)  $A\beta$  இன் வீச்சு (amplitude), கட்டம் (phase) ஆகியவற்றைப் பற்றி ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இந்த ஆய்வு  $A\beta$  இன் எண் மதிப்பிற்கு எதிராகக் கட்டக் கோணத்தை முனைவு ஆயத் தொலைவில் படம் வரைவதன் மூலம் செய்யப்படுகிறது.

பிறிதொரு முறையில் அமைப்பின் செயல்முறை பற்றிய ஆய்வு,  $A\beta$  இன் எண் மதிப்பின் மடக்கைக்கு எதிராக அதிர்வெண்ணின் மடக்கையையும்  $A\beta$  இன் கட்டக் கோணத்திற்கு எதிராக அதிர்வெண்ணின் மடக்கையையும் கொண்டு படங்கள் வரைவதன் மூலம் செய்யப்படுகிறது. கட்டக்கோணம்  $180^\circ$  இருப்பதற்கான அதிர்வெண்ணின் மதிப்பு கட்டக்கோணத்திற்கும் அதிர்வெண் மடக்கைக்கும் வரையப்படும் வரைபடத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. இந்த அதிர்வெண்ணில்  $|A\beta|$  இன் மடக்கை மதிப்பு, சுழியை விட மிகுதியாக இருக்கும். இந்நிலையில் பெருக்கி அலையியற்றியாகச் செயல்படத் தொடங்கும்.

பின்னூட்டப் பெருக்கியின் ஆய்வில் பல செயல்முறைச் சிக்கல்கள் எழுகின்றன. அவற்றுள் ஒன்று, பல்வேறு சுற்று உறுப்புகளாகிய மின் தடை, மின் தேக்கி, மின்மாற்றி இவற்றின் தராசரி மதிப்பே தெரியும். காட்டாக, மின்தடை 20% மாற்றுவது (tolerance) கொண்டவை. திரிதடைகளின் அளவுருக்கள் (parameters) குறிப்பிடப்படாத மதிப்புகளிலிருந்து சிறிது வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. மற்றொரு வகையில் செயல்திறன் பாதிக்கும் உறுப்புகள் குறிப்பாக மின்சுற்று உறுப்புகளால்

சுற்றின் அமைப்புத் திட்டத்தில் (layout) ஏற்படும் சூழல் மின்தேக்கத்திறன் (stray capacitance).  $A\beta$  இன் எண்ணுருக் கோவையில் (expression) உள்ளடங்கவில்லை. அதாவது செயல்முறையில் கணிதப் பகுப்பாய்வு ஒரு வழிகாட்டியாகவே அமைகிறது. இறுதி அமைப்புத் திட்டம், ஆய்வு அடிப்படையில் மட்டுமே மேம்படுத்தப்படுகிறது.

உள்ளீட்டு, வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பு (input and output impedence). வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தின் ஒரு பகுதியை உள்ளீடு செய்வது மின்னழுத்தப் பின்னூட்டம் (voltage feedback) எனப்படும். வெளியீட்டு மின்னோட்டத்தின் விகிதத்திற்கேற்ப மின்னழுத்தத்தை உள்ளீடு செய்வது மின்னோட்டப் பின்னூட்டம் (current feedback) எனப்படும். ஒரு பெருக்கி இவ்விரு வகைப் பின்னூட்டங்களையும் பெற்றிருக்கலாம்.

ஒரு பின்னூட்டப் பெருக்கியின் உள்ளீட்டு, வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பு பின்னூட்டப்படும் மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தும், பின்னூட்டப்படும் மின்னழுத்தம் உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்திற்கு இணையாக அல்லது தொடர்ச்சியாக உள்ளதா என்பதைப் பொறுத்தும் அமையும். பின்னூட்ட மில்லாத நிலையில் அமைப்பின் மின்னெதிர்ப்பை விடக் கூடுதலான அல்லது குறைவான மின்னெதிர்ப்பைப் பின்னூட்டத்தின் மூலம் உண்டாக்கலாம். உமிழ்ப்பான் பின்தொடர் அமைப்பு (emitter follower) பின்னூட்டப் பெருக்கிக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். இவ்வமைப்பில் வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பு மிகச்சிறிய அளவிற்குக் குறைக்கப்படுகிறது. அதே சமயம் உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பு பெரும் மதிப்பைக் கொண்டுள்ளது.

அலையியற்றிப் பின்னூட்டம் (oscillator feedback). ஓர் அலையியற்றியை வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தின் ஒரு சிறிய பகுதியை உள்ளீடு செய்வதால், பின்னூட்டப் பெருக்கியாகக் கருதலாம். இவ்விளக்கப்படி,  $E_s$  இன் மதிப்பு சுழிக்குச் சமமாகவும்,  $E_f$  இன் மதிப்பு  $E_s$  க்குச் சமமாகவும் இருக்கும்.  $f = f_0$  என்னும் நிலையில்  $f_0$  அதிர்வுகளுடைய அலைவுகளை ஓர் அலையியற்றி இயற்ற நிபந்தனை,  $A\beta = 1$ . அதாவது பின்னூட்டம், ஆக்கப் பின்னூட்டமாக இருத்தல் வேண்டும்.

சிறப்புப்பணி இயங்கமைப்புப் பின்னூட்டம் (servo mechanism feedback). பணி இயங்கமைப்பில் பின்னூட்டம் ஓர் அமைப்பின் கட்டுப்படுத்தும் செயற்பாங்கை மேம்படுத்துவதில் இன்றியமையாதது. காட்டாக, சுட்டுக்

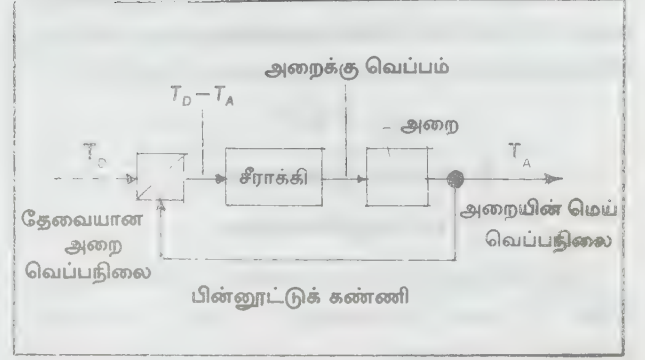


குறிப்பலைகளுக்கு (reference signal) ஏற்பப் பொருளின் நிலையை அமைக்கும் நிலைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பைக் கொள்ளலாம்.

ஒரு பொருளை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லத் தேவைப்படும் கட்டளை, சுட்டுக் குறிப்பலைகளையும் பொருளின் ஒவ்வொரு நிலையையும் உணர்த்தும் குறிப்பலைகளை ஒப்பிடுவதிலிருந்து பெறப்படுகிறது. உண்மையான நிலையையும் குறியீட்டு நிலையையும் உணர்த்தும் குறிப்பலைகளை ஒப்பிடுவதால் கிடைக்கும் இக்கட்டளை பொருளை தவறான திசையில் நிலைப்படுத்தலாம். இத்தவறைக் குறைப்பதன் மூலம் குறியீட்டு இடத்தில் பொருளைச் சரியாக நிலை நிறுத்த முடியும்.

பின்னூட்டத்தை நிலைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் பயன்படுத்தாவிடில் மிகச் சரியாக அளிவிடப்பட்ட கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு தேவை. பொதுவாக இத்தகைய மிகச் சரியாக அளிவிடப்பட்ட அமைப்பைப் பெறுவது கடினம். ஆனால் பின்னூட்டத்தைப் பயன்படுத்திப் பொருளைக் குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிலை நிறுத்தும் அமைப்பை உருவாக்குவதும் பொருளை நிலை நிறுத்துவதும் எளிதானவை.

ஜா. சுதாகர்



சீராக்கப்பட்ட வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

மிகைப்பிகளில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை வேதிச் செயல்முறையில் அழுத்தம், பாய்வு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தவும் வானூர்தி, ஏவுகணை ஆகியவற்றை வழிப்படுத்தவும் கட்டுப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

இரா. இந்து

துணைநூல். Jacob Millman and Christos C.Halkias, *Electronic Devices and Circuits*, McGraw-Hill International Book Company, London, 1987.

## பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட கணியத்தின் (quantity) மதிப்பை மீண்டும் உட்செலுத்தி, சில வெளியீட்டுக் கணியத்தின் மதிப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பே பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (feedback control system) ஆகும். இது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட கணியத்தின் மதிப்பை ஒரு தேவையான மதிப்பிற்கு ஏறக்குறையச் சமமாக்கி உள்ளீட்டுக் கணியத்தை மாற்றி அமைக்கப் பயன்படும். இவ்வகை அமைப்பை மூடிய-கண்ணி கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (closed loop control system) என்றும் கூறலாம்.

படத்தில் ஒரு வெப்ப - கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் கட்ட வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. அறையின் மெய் (actual) வெப்பநிலை அளக்கப்பட்ட பின் ஒரு சீராக்கத்திற்கு மீண்டும் செலுத்தப்படும். அங்கு அது அறையின் தேவையான வெப்பநிலையுடன் ஒப்பிடப்படும். இவற்றிற்கிடையில் வேறுபாடு காணப்பட்டால், அவ்வேறுபாட்டை நீக்குமாறு சீராக்கி அறைக்கு வழங்கப்படுகிற வெப்பத்தை மாற்றும். இவ்வகைப் பின்னூட்டு அமைப்புகள் மின்னணுவியல்

## பின்னூட்டு மின்சுற்று

ஒரு மின்சுற்று அல்லது அமைப்பில் அதன் வெளியீட்டுக் குறிப்புகளின் ஒரு பகுதியை அதன் உள்ளீட்டில் கொடுக்கும் சுற்று பின்னூட்டம் (feedback circuit) என்று எனப்படும்.

பின்னூட்டில் இருவகை உண்டு. பின்னூட்டம் மின்னழுத்தம் உள்ளீட்டுடன் சேர்ந்து அதை உயர்த்தி வெளியீட்டையும் உயர்த்தும் வகையிலமைந்தால் அது பின்னூட்டு நேர் குறி (positive feedback) அல்லது மீளாக்கல் பின்னூட்டு (regenerative feedback) எனப்படும். மாறாக, பின்னூட்டு உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தை எதிர்த்து உள்ளீட்டைக் குறைத்து அதனால் வெளியீட்டையும் குறைக்கும் வகையிலமைந்தால் அது எதிர்க்குறிப் பின்னூட்டு (negative feedback) அல்லது தாழ் பின்னூட்டு (degenerative feedback) எனப்படும். தாழ் பின்னூட்டை எடுத்துக் கொண்டால் நிலைப்பு உயரவும், திரிபு குறையவும் செய்யும்; பரவலான அலைவெண் எல்லைகளில் ஒருமித்த துலங்கல் பெற முடிகிறது.

பின்னூட்டுக் கோட்பாடு. உட்பெறு மின்னழுத்தத்துடன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்திற்கு உள்ள விகிதமே மின்னழுத்த மிகைப்பு அல்லது கட்ட லாபம் (A) எனப்படும்.

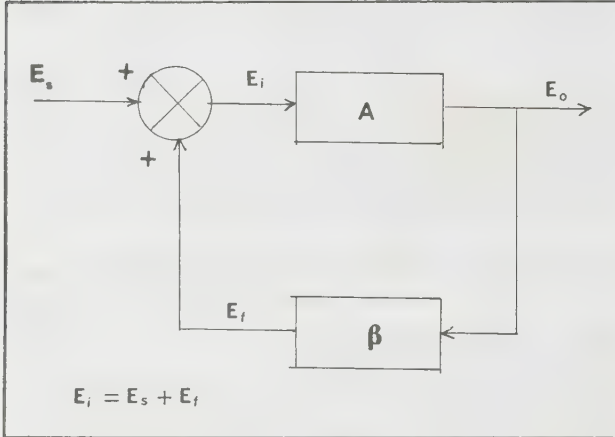
$$A = E_o / E_s$$

$E_o$  - வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்

$E_s$  - உட்பெறு மின்னழுத்தம்

ஒரு பின்னூட்டும் சுற்று வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்  $E_o$  இல்  $\beta$  எனும் பின்னத்தை உட்பெறு பாதையில் பின்னூட்டம் செய்கிறது.

மிகைப்பி A இல் தற்போது பெறும் உட்பெறு மின்னழுத்தம்  $E_g = E_s + \beta E_o$ .



$E_o$  என்பது பின்னூட்டுடன் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்.

A என்பது உட்புறக் கட்ட லாபம் எனில்

$$A = E_o' / E_g$$

$$E_g = E_o' / A = E_s + \beta E_o'$$

$$E_o = (1 - \beta A) = A E_s$$

ஆக புத். கட்ட லாபம்  $A' = E_o' / E_s = A / (1 - \beta A)$ . ஆகவே பின்னூட்டு இடம் பெறும் போது ஒரு மின் கப்பியின் லாபம்  $1/(1 - \beta A)$  எனும் பின்னத்தால் மாறுபடுகிறது.

நிலை 1

$(1 - \beta A) < 1$  எனில்  $\beta$  நேர்குறியுடையது.

$A' > A$  பின்னூட்டு நேர்குறியுடையது

நேர்குறி பின்னூட்டு கட்ட லாபத்தை உயர்த்துகிறது. வீச்சு (வெளியீட்டு மின்னழுத்தம்) உயர்ந்து கொண்டே செல்கிறது. இது நிலைப்பைக் குறைத்துத் திரிபை உயர்த்துகிறது. ஆகவே இது தவிர்க்கப்பட வேண்டியது.

நிலை 2

$$(1 - \beta A) > 1$$

எனில்  $\beta$  எதிர்க் குறியுடையது  $A' < A$  பின்னூட்டு எதிர்க் குறியுடையது. சுற்று தாழ்வாக்கம் கொண்டது. இதில் கட்ட லாபமும் திரிபும் ஒசையும் குறைகின்றன. ஆனால் நிலைப்பு உயர்கிறது.

நிலை 3

$$(1 - \beta A) = 0 \text{ எனில் } \beta A = 1, \beta = 1/A$$

$\beta$  நேர் குறியுடையது

$$A' = A (1 - \beta A); (1 - \beta A) = 0; A' = 0$$

லாபம் கணக்கற்றது. உட்பெறு இராத ஓர் அலைவுறும் வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது. சுற்று அலையி யற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

அலையியற்றி. பின்னூட்டு மின்னழுத்தம்  $\beta A$  உட்பெறு மின்னழுத்தத்துடன் தறுவாய் ஒன்றியிருப்பின்  $\beta = 1/A$  எனில் வெற்றிடக் குழாய் அல்லது திரிதடையம், சைன் வடிவ அலைவுறும் மின்னழுத்தங்களை உருவாக்கும் அலைவாக்கியாகச் செயல்படும்.

$\beta$  எப்போதும் ஒன்றைவிடக் கூடுதலாக இருக்க முடியாததாயினால் கட்ட லாபம் A எப்போதும் ஒன்றைவிடக் குறையாது.

$$A = \frac{\mu R_f; R_i}{R_p + R_i}$$

$R_i$  என்பது சுமை மறுப்பு.

பின்னூட்டு அலையியற்றி. பின்னூட்டு அலையியற்றி பொதுவாக LC சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தும். ஒரு LC சுற்றின் ஒத்திசைவு அலைவெண் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் மூலம் பெறப்படும்.

$$F = 1/2 \pi \sqrt{LC}$$

L - தன் தூண்டம் (ஹென்ரி)

C - மின் தேக்கம் (பேரேட்).



பின்னூட்டக் கோட்பாட்டில் இயங்கும் டி.சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தும் அலையியற்றி ஒத்திசைவுச் சுற்று அலையியற்றி எனப்படும். எ - டு; இசைவுறு தட்டு அலையியற்றி, இசைவுறு வலை அலையியற்றி, ஹார்ட்லி அலையியற்றி, கால்பிட்ஸ் அலையியற்றி என்பன.

தன் கட்டுப்பாட்டுப் பின்னூட்டு. பின்னூட்டுக் கோட்பாடு தன் கட்டுப்பாட்டு இயக்க அமைப்புகளில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. அதனால் அதன் அமைப்பைச் சரியான முறையில் கட்டுப்படுத்த முடிகிறது. ஓசையைக் குறைத்துத் தேவையான குறிப்புகளைப் பெற முடிகிறது.

எஸ். சுந்தரசீன் வாசன்

## பின்னோக்கிக் காய்தல்

இந்நோய், கொல்லிடோடிரைகம் (colletotrichum) என்னும் பேரினத்தைச் சேர்ந்த பூசணங்களால் செடிகளில் தோன்றுகிறது. இந்நோய் மரவள்ளி, மிளகாய், எலுமிச்சை போன்றவற்றில் ஏற்படுகிறது. தொடக்கத்தில் செடிகளின் நுனிக்கிளைகளில் கருகிப் பின்னோக்கிக் காய்ந்து வருதல் இந்நோயின் பொது அறிகுறியாகும்.

மரவள்ளி. மரவள்ளியில் தோன்றும் பின்னோக்கிக் காய்தல் நோய் ஆப்பிரிக்கா, பிரேசில், இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும். கொல்லிடோடிரைகம் மேனிஹட்டில் என்னும் பூசணத்தால் இந்நோய் தோன்றுகிறது.

தண்டின் நுனி, கிளை, இலைக்காம்பு போன்றவற்றில் பழுப்பு நிறத்தில் புள்ளிகள் தோன்றுதல் இந்நோயின் முதல் அறிகுறியாகும். இவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகள் கருநிறமடையும். அதன் மேற்புறம் காய்ந்துவிடும். நோய் பரவும்போது இலைக்காம்புகளின் நிறம் மாறி முட்டை வடிவத்தில் கருநிறப் புள்ளிகள் தோன்றும். இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதி வலிவிழந்து கருங்குவதால் இலைகள் துவண்டு வெளுத்துக் காய்ந்துவிடும். நோய், கணுக்களுக்குப் பரவிக் கிளைகளும் வாடிக் காய்ந்துவிடும். ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடன் பழுப்பு நிறப்புள்ளிகள் இலைகளில் தோன்றும். புள்ளிகளில் வித்துத்திரள்கள் (acervuli) இருக்கும். இத்திரள்கள் முதலில் இளம் பழுப்பு நிறமாகவும் நாளடைவில் அடர்வழுப்பு அல்லது கருமை நிறமாகவும் காணப்படும். நோய் தீவிரமாகப் பரவும் போது கிளை முழுதும் நுனி முதல் அடி வரை காய்ந்து விடும்.

மிளகாய். மிளகாய் செடியில் ஏற்படும் பின்னோக்கிக் காய்தல் நோய் ஆந்திரப்பிரதேசம், தமிழ்நாடு, கர்நாடகம், அ.க.15-35

மகாராஷ்டிரம் போன்ற மாநிலங்களில் மிகுதியாகத் தோன்றுகிறது. இந்நோய் கொல்லிடோடிரைகம் கேப்சிசு என்னும் பூசணத்தால் ஏற்படுகிறது. நோயின்போது இலைகளில் புள்ளிகள் தோன்றும்; செடியின் கிளைகள் தாக்கப்பட்டு நுனியிலிருந்து கீழ் நோக்கிக் காய்ந்து விடும். பழுத்த மிளகாய் பழங்களில் கருநிற ஓரங்களைக் கொண்ட புள்ளிகள் தோன்றும். நோய் தீவிரமாகப் பரவும் சூழ்நிலையில் புள்ளிகள் பெரியதாக அப்புள்ளிகளில் வட்டமான வளையங்கள் ஒன்றுக்கு ஒன்றாகக் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் கருமை நிற வித்துத்திரள்கள் தோன்றும்.

எலுமிச்சை. எலுமிச்சையின் பின்னோக்கிக் காய்தல் நோய் மேற்கிந்தியத் தீவு, அமெரிக்கா, கியூபா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் பரவியுள்ளது. இந்நோய் கொல்லிடோடிரைகம் கினியோஸ் போரியாய்ட்ஸ் என்னும் பூசணத்தால் தோன்றுகிறது. இலைகள் உதிர்வதும் குச்சிகள் சாம்பல் நிறமாக மாறுவதும் இந்நோயின் அறிகுறிகளாகும். சாம்பல் நிறப்பகுதிகளில் வித்துத்திரள்கள் சிறுசிறு கருநிறப் புள்ளிகளாகக் காணப்படும். நோய்த் தொடக்கத்தில் குச்சிகளின் நுனியும் பின்னர் அடிப்பகுதியும் காய்ந்து விடுகின்றன.

மரவள்ளி, மிளகாய், எலுமிச்சை போன்றவற்றில் பின்னோக்கிக் காய்தல் நோயை ஏற்படுத்தும் பூசணங்கள் நிலத்தில் கிடக்கும் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் பகுதிகளில் அழியாமல் இருக்கும் இயல்புடையவை. காற்றின் மூலம் பூசண வித்துகள் பரவி இந்நோயைத் தோற்றுவிக்கின்றன. நோயின் தொடக்க அறிகுறிகள் தோன்றியவுடனே மேன்கோசெப் என்னும் பூசணக் கொல்லியை 1லி. நீரில் கலந்து செடிகளில் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## ஃபினசைட்

இது அரிதாக கிடைக்கின்ற கனிமம். பெரிலியம், சிலிகேட்டால் ஆன பின்சைட்டு (phenacite) குவார்ட்ஸ் படிகத்தைப் போலத் தோற்றமளிப்பதால் இதைத் தவறுதலாக இனங்காணுவர். ஆதலால் இதை ஏமாற்றுபவர் (deceiver) என பொருள்பட கிடைக்க முடியவில்லை அழைப்பர்.

உற்பத்தி. இது யூரல் மலையிலுள்ள டோகாவாயா நதியில் இருக்கில் எமரால்டு, கிரைசோபெரில் கிடைக்கும் சுரங்கங்களில் அபிரக படலப் பாறைகளில் காணப்படுகிறது.

மேலும் தெற்கு யூரல் மலையிலுள்ள இம்மண் மலைப் பகுதிகளில் உள்ள கிரானைட் பாறைகளில் டோபாஸ், மைக்கிரோகினைன் ஆகியவற்றுடன் கலந்து காணப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் கொலரேடோவிலுள்ள பைக் மலையிலும், இது கிடைக்கிறது. நீண்ட தட்டையான படிகங்களாக நார்வேயிலுள்ள கிரேசுரோ என்னுமிடத்திலுள்ள ஃபெல்ஸ்பார் தோண்டி எடுக்குமிடத்தில் விளங்குகிறது. நீளமான அப்பழுக்கற்ற ஃபின்சைட்டு படிகங்கள் பிரேசிலுள்ள மைனாஸ் கிரேஸ் என்னும் இடத்தில் எடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**கனிமவியல்.** இதன் வேதி இயைபு  $\text{Be}_2\text{SiO}_4$  ஆகும். இது பொதுவாகத் தனித்தனிப் படிகங்களாக காணப்படுகிறது. இதில் கனிமப் பிளவு இல்லை. இது சங்கு முறிவு உடையது. பொதுவாக இக்கனிமம் நிறமற்றது. சில சமயங்களில் சாம்பல் அல்லது மஞ்சள் நிறமுடையது. இதன் ஒப்பளத்தி 2.98; இதன் கடினத்தன்மை 7.5-8 இருக்கும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் படிக்கக், பெரில் டோபாசை விட மிகுதியாக உள்ளமையால் சில சமயங்களில் இதை வைரமெனத் தவறுதலாகக் கருதக்கூடும்.

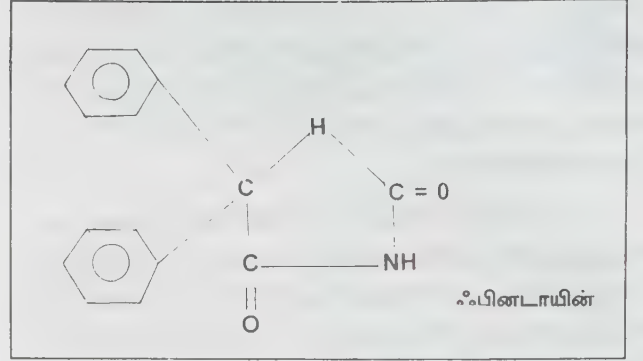
**பயன்.** பொதுவாக இது ஓர் அணிகலக் கல்லாகப் பயன்படுகிறது. மற்ற அணிகலக் கற்களைப் போலச் சாதாரணமாகப் பயன்படுவதில்லை. பொதுவாக அருங்காட்சியகங்களில் இது காணப்படுகிறது.

கெ.சி. ராஜசேகரன்

## ஃபின்டாயின்

வலிப்பு எதிர் மருந்துகளில் ஒன்றான இதன் வேதிப் பெயர் டைஃபீனைல்ஹைட்ரண்டாயின் என்பதாகும். துயிலூட்டும் விளைவின்றி வலிப்பு எதிர் விளைவு மட்டும் கொண்ட மருந்து ஃபின்டாயின் ஆகும். இதன் மூலம் வலிப்பை அடக்க, மைய நரம்பு மண்டலத்தின் அடங்கச் செய்ய வேண்டுவதில்லை என அறியப்பட்டது. விலங்குகளில் 1937இல் செய்யப்பட்ட ஆய்வின் விளைவாக இம்மருந்து 1938ஆம் ஆண்டுக்குப் பின்னர் மனிதர்களுக்கு பயன்பட்டது.

ஃபின்டாயினின் செயல்திறன், ஃபினோபார் பிட்டாலிலிருந்து மாறுபட்டதாகும். ஃபினோபார்பிட்டால், பொதுவாக நரம்புகளில் கிளர்த்தலை மட்டுப்படுத்துவதுடன் வலிப்பின் அளவையும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் பின்டாயின் வலிப்பின் எல்லைக்கு மேல் விளைபுரிவதில்லை. ஆனால் ஃபின்டாயின், வலிப்பு நிகழ்வு, அருகேயுள்ள மூளைத்



திசவுக்குப் பரவுவதைத் தடை செய்கிறது. எனினும் ஃபின்டாயின் முழுமையான விளைவு பற்றி நன்கு தெரியவில்லை. இது சோடியமும், கால்சியமும் நரம்புகளுள் செல்வதைத் தடை செய்யலாம். அனைத்து வகையான நரம்புப் படலங்கள் மற்றும் கிளர்த்தப்படும், கிளர்த்தப்படாத படலங்கள் ஆகியவற்றின் மீது இது விளைபுரிகிறது.

கால், கை வலிப்புக்கு ஒரு சில நரம்பியலார் ஃபினைடாயினையும் ஒரு சிலர் ஃபினோபார்பிட்டாலையும் பரிந்துரைக்கின்றனர். ஃபினோபார்பிட்டால் விலை குறைந்தும், பக்க விளைவு எதுவுமின்றியும் இருப்பது காரணமாக இருக்கலாம். உளவய நோயாளிகளுக்கும், முப்பிரிவு நரம்பு அழற்சியிலும் இதய லயச் சீர்கேடுகளிலும் ஃபின்டாயின் பயன்படுகிறது.

ஃபின்டாயின் உட்கவரப்படுவதும் ஒரே சீராக இல்லை. உட்கவரப்பட்ட பின்னால் உடலெங்கும் பரவி, மூளையில் பெருமளவில் காணப்படுகிறது. கல்லீரல் மைக்ரோசோம் நொதிகளால் சிதைக்கப்படுகிறது. இதன் முதன்மை வளர்சிதைப் பொருள் பாரா ஹைட்ராக்சி ஃபினைலாகும். 5% பின்டாயின் எந்த மாற்றமுமடையாமல் சிறுநீரில் வெளிப்படுகிறது.

**பக்க விளைவுகள்.** பல ஈறுகளின் மிகை வளர்ச்சி, விழி ஊசலாட்டம், தடுமாற்ற நடை, தலைச் சுற்றல், இரட்டைப் பார்வை, புறநரம்பழற்சி ஆகியவை இதன் பக்க விளைவுகள் ஆகும். குருதியில் சர்க்கரை மிகை நிலை, எலும்பு நசிவு, நிணக்கட்டி வீக்கம், ஸ்டேவேன்ஸ் ஜான்சன் நோயியம் போன்ற தோல் பொரிப்பு, வெள்ளணுக் குறைவு, தட்டயணுக் குறைபாடு, சோகை, பெண்களில் மிகையான தோல் வளர்ச்சி போன்ற வேண்டா விளைவுகள் அரிதாக உண்டாகின்றன. பேறுகாலத்தில் இதனைப் பயன்படுத்தினால் ஊனமுற்ற குழந்தைகள் பிறப்பதாகவும் தெரிகிறது. ஃபின்டாயின்



சிரைவழியே செலுத்தப்பட்டால், இதயத் தளர்வு உண்டாவதாகத் தெரிகிறது.

கார்பமசிபின், எத்தனால் போன்ற மருந்துகள் குருதியில் ஃபினைடாயினின் அளவைக் குறைக்கின்றன. ஃபினைல் பியூட்டசோன், குளோர்புரோமசின், ஐசோநியாசிட் போன்ற மருந்துகள், குருதியில் ஃபினைடாயினின் அளவை உயர்த்துகின்றன. ஃபினைடாயின் சோடியம் 30-100 மி.கி. குளிகையாகவும், 50 மி.கி./மி.லி. ஊசி மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Alfred Goodman Gilman, Louis S. Goodman and Alferd Gilman, *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*, Sixth Edition, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1980.

## ஃபினைல் பியூட்டசோன்

அழற்சி எதிர் மற்றும் முடக்குவாத எதிர் மருந்தாகவும் பயன்படும் ஃபினைல்பியூட்டோசோன், ஃபினைல் பைரசோலோன் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும். இதைச் சார்ந்த மற்றொரு மருந்து ஆக்சிபென்பியூட்டோசோனாகும். பைரசோலோன் வழி மருந்துகளான ஆன்டிபைரின், அமினோபெரின் ஆகியவை தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

ஃபினைல்பியூட்டோசோன் விரைவாக இரைப்பைக் குடல் பாதையில் உட்கவரப்படுகிறது. 2 மணி நேரத்தில் உச்சகட்டச் செறிவை அடைகிறது. இம்மருந்து குருதியிலிருந்து முழுமையாக வெளியேற 7 - 10 நாள் களாகின்றன. ஃபினைல் பியூட்டோசோனின் பிளாஸ்மா அரைவாழ்காலம் 50 - 100 மணி. ஃபினைல்பியூட்டோசோன் பெருமளவில் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உள்ளாகி, இரண்டு வளர்சிதைப் பொருள்களாக மாறுகிறது. ஒன்று ஆக்சிஃபீன்பியூட்டோசோன் எனப்படும். மற்றொன்றான ஃபினைல்பியூட்டோசோனின் பியூட்டைல் தொகுதி பக்கச் சங்கிலியாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இதற்கு அழற்சி எதிர் தன்மை இராவிடினும் யூரிக் அமிலத்தை வெளியேற்றும் பண்பு கொண்டுள்ளது. தீவிர கீலவாதத்திலும், முடக்குவாத மூட்டழற்சி நோயிலும் ஃபினைல்பியூட்டோசோன் பெரும் பயனளிக்கிறது. சாலிசிலேட்டுகளால் கட்டுப்படுத்த இயலாத மூட்டழற்சிக்கு இம்மருந்து பயன்படுகிறது.

அ.க.15-35அ

## பக்க விளைவு.

இரைப்பைக் குடல் கோளாறு, கல்லீரல் அழற்சி, தோலழற்சி, வாயழற்சி, தலைவலி, தலைச்சுற்றல், சோடியம் மற்றும் நீர்த் தேக்கம், எலும்பு மஜ்ஜைப் பாதிப்பு, குருதிப்புற்று வெள்ளையணுக் குறைவு, துகளற்ற வெள்ளணுப் பெருக்கம், சோகை முதலியன பக்க விளைவுகளாகும். சர்க்கரையைக் குறைக்கும் மாத்திரை, சல்ஃபோனமைடு, குமாரின் போன்ற எதிர் உறை மருந்து, அழற்சி எதிர் மருந்து ஆகியவற்றின் பணிகளை ஃபினைல் பியூட்டோசோன் ஊக்குவிக்கிறது. ஃபினைல்பியூட்டோசோன் 100 மி.கி மாத்திரையாகக் கிடைக்கிறது. நாளும் இதனை 300 - 400 மி.கி. கொடுக்க வேண்டும்.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Charles R. Craig and Robert E. Sittel, *Modern Pharmacology*, Little, Brown & Co., Boston, 1982.

## பி.ஹெச் மதிப்பு

ஒரு கரைசலின் அமில அல்லது காரத்தன்மையை அக்கரைசலில் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவைக் ( $H^+$ ) கொண்டு எளிதில் கண்டறியலாம். 1909 ஆம் ஆண்டில் சாரன்சன் என்னும் டச்சு நாட்டு உயர் வேதியியலார் ஒரு கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவை எளிய முறையில் குறிக்கும் பொருட்டுப் புதியதொரு அளவீட்டு முறையை வெளியிட்டார். இந்த அளவீடு பி.ஹெச் (pH) என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு கரைசலின் pH மதிப்பைக் கொண்டு அது அமிலத்தன்மை வாய்ந்ததா, காரத்தன்மை உடையதா என அறியலாம். வேளாண் துறையில் மண் ஆய்வுகள் மூலம் pH மதிப்பைக் கண்டறிந்து மண் வளத்தைப் பாதுகாக்கவும் உற்பத்தியைப் பெருக்கவும் முடிகிறது. உயிரியலிலும், சில தொழிற்சாலைகளிலும் pH மதிப்பு மாறாமல் வைத்திருத்தல் இன்றியமையாததாக உள்ளது. மனித உடலிலுள்ள குருதியின் பி.எச். மதிப்பு சிறிதளவு மாறினாலும் அதனால் கடுமையான விளைவுகள் ஏற்படும்.

தூய நீரில் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவும் ஹைட்ராக்சில் அயனிச் செறிவும் சமமாக இருக்கும்; அதாவது ( $H^+$ ) = ( $OH^-$ ) =  $10^{-7}$  மோல்/லிட்டர் ஆகும். நீருடன் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் போன்ற ஒரு வீரியமிகு அமிலத்தைச் சேர்த்தால் ஹைட்ரஜன் ( $H^+$ ) அயனியின் செறிவு மிகவும் அதிகரிக்கும்;

அதற்கு ஈடான அளவில் ஹைட்ராக்சில் ( $\text{OH}^-$ ) அயனியின் செறிவும் குறையும். இதே போன்று சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற ஒரு வீரியமிகு காரணத்தை நீருடன் சேர்ப்போமாயின் ஹைட்ராக்சில் அயனியின் செறிவு மிகும். அதற்கு ஈடான அளவிற்கு ஹைட்ரஜன் அயனியின் செறிவு குறையும்.

பொதுவாக நாம் பயன்படுத்தும் கரைசல்களின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு  $1-10^{-14}$  மோல்கள்/லிட்டர் என்னும் அளவிலேயே உள்ளது. எனவே, இவற்றைச் செறிவுகளின் மடக்கைகளைக் (logarithms) கொண்ட அளவிட்டு முறையில் குறிப்பிடுவது எளிதாயிருக்கும் என உணரப்பட்டது. கரைசல்களின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவின் மதிப்பு ஒன்றைவிடக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால், செறிவுகளின் மடக்கைகள் எதிர்க்குறி கொண்டிருக்கும். இவ்வெதிர்க்குறியைத் தவிர்க்க pH குறியீடு பயனுடையதாக அமைந்துள்ளது. pH என்ற குறியீடு 'Puissance de hydrogen' என்ற ஃபிரெஞ்சு சொற்களின் சுருக்கம். இதன் பொருள் ஹைட்ரஜன் செறிவு என்பதாகும்.

வரையறை. ஒரு கரைசலின் pH எனப்படுவது, அக்கரைசலிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு ( $10^{\text{ஐ}}$  அடிப்படையாகக் கொண்ட) மடக்கையின் எதிர்க்குறி எண்ணாகும். அதாவது,

$$\text{pH} = -\log_{10} (\text{H}^+) \text{ அல்லது}$$

$$\text{pH} = \log_{10} 1/(\text{H}^+)$$

எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு நடுநிலைக் கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு  $10^{-7}$  மோல்/லிட்டர் ஆகும். அதன் pH மதிப்பை பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(10^{-7}) \text{ அல்லது } \text{pH} = \log_{10} 1/[10^{-7}]$$

$$\text{pH} = \log 1 - \log 10^{-7} = 0 - (-7) = 7$$

எனவே, ஒரு நடுநிலைக் கரைசலின் pH மதிப்பு 7 ஆகும்.

ஒரு கரைசலின் pH மதிப்பு 7ஐ விடக் குறைவாக இருப்பின், அது அக்கரைசலின் அமிலத் தன்மையைக் குறிப்பிடும். கரைசலின் pH மதிப்பு குறையக் குறைய அக்கரைசலின் அமிலத்தன்மை அதிகரிக்கிறது. நார்மல் (N) ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் pH மதிப்பு பூஜ்யம் ஆகும்.

ஒரு கரைசலின் பி.எச். மதிப்பு 7ஐ விட மிகுதியாக இருப்பின் அது அக்கரைசலின் காரத்தன்மையைக் குறிக்கும். கரைசலின் pH மதிப்பு உயர் உயர அதன் காரத்தன்மை உயர்ந்து

கொண்டே செல்லும். நார்மல் (N) சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலின் pH மதிப்பு 14 ஆகும்.

ஒரு கரைசலின் அமிலத்தன்மையை அல்லது காரத்தன்மையை அதன் pH மதிப்பு மூலம் எடுத்துக்காட்டும் ஓர் அட்டவணையைச் சாரென்சன் வகுத்தார்.

### மதிப்பும் கரைசலின் தன்மையும்

ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு	ஹைட்ராக்சில் அயனிச் செறிவு	pH	கரைசலின் தன்மை
1	$10^{-14}$	0	மிகுந்த அமிலத்தன்மை
$10^{-1}$	$10^{-13}$	1	மிகுந்த அமிலத்தன்மை
$10^{-3}$	$10^{-11}$	3	மிகுந்த அமிலத்தன்மை
$10^{-5}$	$10^{-9}$	5	குறைந்த அமிலத்தன்மை
$10^{-7}$	$10^{-7}$	7	நடுநிலைக் கரைசல்
$10^{-9}$	$10^{-5}$	9	குறைந்த காரத்தன்மை
$10^{-11}$	$10^{-3}$	11	குறைந்த காரத்தன்மை
$10^{-13}$	$10^{-1}$	13	குறைந்த காரத்தன்மை
$10^{-14}$	1	14	அதிக காரத்தன்மை

நீரியக் கரைசலில் ஹைட்ரஜன் அயனி, ஹைட்ராக்சில் அயனி ஆகிய இருவகை அயனிகளுமே உள்ளன. இவ்விரண்டு அயனிகளின் செறிவுப் பெருக்கம்  $1 \times 10^{-14}$  ஆகும். அதாவது,  $[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$ . தூய நீரில் இவ்விரண்டு அயனிகளின் செறிவுகளும் சமமாக உள்ளது. எனவே,

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{1 \times 10^{-14}} = 1 \times 10^{-7}$$

ஒரு கரைசலின் pH மதிப்பைக் கண்டறியப் பல முறைகள் உள்ளன. இவற்றுள் எளிய முறை ஒரு காட்டி (indicator) அல்லது pH தாளைப் பயன்படுத்தித் தோன்றும் நிறமாற்றத்திலிருந்து பி.எச். மதிப்பைக் கண்டறியும் முறையாகும். pH மதிப்பைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடுவதற்கு pH அளவி போன்ற கருவிகள் பயனாகின்றன.

பயன்மிக்க சில பொருள்களின் pH மதிப்புகள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.



பொருள்	pH	பொருள்	pH
சலவைச் சோப்புக்		வாலைவடி நீர்	7.0
கட்டியின்(பார் சோப்பு)			
கரைசல்	8.5		
மனிதக் குருதி	7.3	விவிகர் கரைசல்	4.0

உயிரியல் அமைப்புகளில் சில கரைசல்களின் pH மதிப்பு மாறாமல் இருப்பது இன்றியமையாததாகும். மனித உடலிலுள்ள குருதியின் பி.எச். மதிப்பு 7.3 ஆகும். இம்மதிப்பு ஓரளவு மாறினாலும் கடுமையான விளைவுகள் ஏற்படக்கூடும். pH 6.8 ஆகக் குறையும்போது நீரிழிவு நோய் சார்ந்த மயக்கநிலை உண்டாகிறது. இரைப்பை நீரின் pH மதிப்பு 1.4 - 2.0 வரை இருக்கும். இம்மதிப்பு அதிகரிக்கும்போது வாந்தியெடுத்தலைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதே போன்று உணவுச் செரித்தலில் பங்கேற்கும் பல நொதிகள் குறிப்பிட்ட பி.எச். மதிப்பிருந்தால் மட்டுமே செயல்புரிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பெப்சின் என்னும் நொதி இரைப்பையின் pH மதிப்பு 1.4-2.0 ஆக இருக்கும்போது மட்டுமே பயனுடையதாகச் செயல்படுகிறது.

இரா. இலக்குமணன்

**பிஸ்கே விரிசுடா**

இது ஐரோப்பியக் கரையோரத்தில் பிரான்சின் மேற்கிலும், ஸ்பெயின்ன் வடக்கிலும் அமைந்துள்ள அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். இவ்விரிசுடா புயல்களுக்கு பெயர் போனதாகும். பண்டைக்கால ரோமானியர்கள் கண்டபிரியன் கடல் எனவும், பிரான்ஸ் நாட்டினர் கஸ்கோனி வளைகுடா எனவும் இதைக் குறிப்பிட்டனர். இவ்விரிசுடாவின் மலைப்பாங்கான ஸ்பெயின் நாட்டுக் கரையோரப் பகுதியில் பாஸ்க் எனும் இனத்தினர் வாழ்ந்து வந்தமையால் பிஸ்கே எனும் பெயர் பெற்றது. இது ஏறத்தாழ 223, 000 ச.கி.மீ. பரப்புடையது. இக்கடலின் உச்ச ஆழம் 4700 மீ. ஆகும். ஆடோர் சாரண்ட், லூர் ஆகிய ஆறுகள் இங்குக் கலக்கின்றன.

கண்டத்திட்டு பிரிட்டனுக்கருகில் 160 கி.மீட்டரும், ஸ்பெயின் பகுதியில் 64 கி.மீட்டரும் அகலம் கொண்டது. ஏறத்தாழ 4500மீ. ஆழத்தில் காணப்படும் ஆழ்கடல் பிஸ்கே சமவெளி கடல் படுகையின் பகுதியாகும். வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பகுதியில் உள்ள வலஞ்சுழியான நீரோட்டம் இங்கு

காணப்படுகிறது. இதன் ஓத அகல்வு 3.6-6 மீ. ஆகவும், மேற்பரப்பு நீரின் உவர்ப்பியம் 35% ஆகவும் அமையும்.

பிஸ்கே விரிகுடாவில் பிரெஸ்டு, நான்ட், பார்டா, பேயோன், பில்பவோ, சன்டான்டர் ஆகிய துறைமுகப் பட்டினங்கள் உள்ளன. ஆனாலும் இங்குச் சிறிய கலங்களே செலுத்தப்படுகின்றன. இங்கு மத்தி, டூனா, நெத்திலி, ஹேக், காட், பிரீம் ஆகிய மனிதர்களும் ஆளி, சிங்கிரால் ஆகியவையும் பெரும் எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன.

ம.ஆ. மோகன்

பிஸ்மத்

தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் VA தொகுதியில் ஆன்டிமனிக்கு அடுத்து அமைந்துள்ள தனிமம் பிஸ்மத் ஆகும். இதன் அணு எண் 83; அணு நிறை 208.980; ஒத்த எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெற்றுள்ள நைட்ரஜன், பாஸ்பேரஸ், ஆர்செனிக், ஆன்டிமனி, பிஸ்மத் ஆகியவை நைட்ரஜன் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தனிமங்களாகும். இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த தனிமங்களுள் பிஸ்மத் தனிமமே பிற தனிமங்களை விட மிகுதியான உலோகப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. பிஸ்மத் ஐசோடோப்பின் நிறை எண் 209. இதன் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான் அமைப்பு வருமாறு:  $5s^2, 5p^6, 5d^{10}, 6s^2, 6p^3$ .

1a																	0
1 H	IIa																2 He
3 Li	4 Be															10 Ne	
11 Na	12 Mg	IIIB IVB VB VIB VIIB — VIII — IIB IIIB										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Hf	59 Ta	60 W	61 Re	62 Os	63 Ir	64 Pt	65 Au	66 Hg	67 Tl	68 Pb	69 Bi	70 Po	71 At	72 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
- - - - -																	

லாந்தனைடு  
தொகுதி

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

ஆக்டினைடு  
தொகுதி

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

**கிடைத்தல்.** ஈயம், வெள்ளி, கோபால் ஆகியவற்றின் தாதுக்களுடன் சோந்து இயற்கையில் பிஸ்மத் காணப்படுகிறது. பிஸ்மைம், பிஸ்மத்தினைட், பிஸ்மத்தைட் ஆகியவை முறையே

பிஸ்மத் ஆக்சைடு, சல்ஃபைடு, கார்போனேட் தாதுக்களாகும். இத்தாதுக்கள் அரிதில் காணப்படுகின்றன.

பிரித்தெடுத்தல். பிஸ்மத், குறைந்த உருகுநிலை உடையது. எனவே இதனை இயற்கைத் தாதுவிலிருந்து உருக்குதல் முறையில் (liquation process) எளிதில் பெறலாம்.

பொதுவாக ஆக்சைடு தாதுவிலிருந்து கார்பன் ஒடுக்கத்தால் பிஸ்மத் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. சல்ஃபைடு தாதுவாக இருப்பின் சல்ஃபைடு முதலில் ஆக்சைடாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்டு, பின்னர் கார்பன் ஒடுக்கத்தால் தனிமமாகப் பெறப்படுகிறது. மாசு படிந்த பிஸ்மத்தை நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து, பின்னர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் சேர்த்து ஆவியாக்கப்படுகிறது. இத்துடன் ஆல்கஹால் சேர்க்கும்போது பிஸ்மத், பிஸ்மத் குளோரைடாக வீழ்படிவாகிறது. இத்துடன் சிறிது ஆக்சிசுளோரையும் கலந்திருக்கும். இவ்வீழ்படிவைப் பொட்டாசியம் சயனைடுடன் உருக்கும்போது ஒடுக்கத்தால் தூய பிஸ்மத் பெறப்படுகிறது.

பிஸ்மத்தைல் கார்போனேட்டிலிருந்தும் (பிரிமத்தைட் தாது) இதைப் பெறலாம். பிஸ்மத்தைல் கார்போனேட்டை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்து பின்னர் இரும்புத் துணுக்குகளுடன் சேர்ப்பதன் மூலம் பிஸ்மத் கரிய தூளாக வீழ்படிவாகிறது.

இயற்பியல் பண்புகள். பிஸ்மத் எளிதில் உடையக்கூடிய பளபளப்பான சாம்பல் வெண்ணிறப் படிக உலோகம். திண்மமாகையில் விரிவடையும் ஒருசில தனிமங்களுள் பிஸ்மத்தும் ஒன்று. பாதரசத்தைத் தவிரப் பிற உலோகங்களுடன் ஒப்பிடுகையில் இதன் வெப்பங்கடத்துந் திறன் மிகக்குறைவு. அனைத்து உலோகங்களையும் விட இது மிகுந்த காந்த எதிர்ப்புத்திறன் (diamagnetic) உடையது. இதன் சில இயற்பியல் பண்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

### அட்டவணை

உருகுநிலை (°C)	271.4
கொதிநிலை (°C)	1559
உருகுதல் வெப்பம்	
(கி.கலோ மோல்)	2.60
ஆவியாதல் வெப்பம்	
(கி.கலோமோல்)	36.2
ஆவி அழுத்தம், (மி.மீHg)	1                      917°C
	10                      1067°C
	100                      1257°C

அடர்த்தி (கி./செ.மீ)	9.80	20°C (திண்மம்)
	10.03	300°C (நீர்மம்)
	9.91	400°C (நீர்மம்)
	9.66	600°C (நீர்மம்)
நேரியல் நீட்சிக் கெழு (coefficient of linear expansion)	13.45x10 <sup>-6</sup> /°C	
வெப்பங்கடத்துத்திறன்		
கலோரி/நொடி (செ.மீ <sup>2</sup> ) (°C)	0.018	100°C (திண்மம்)
	0.041	300°C (நீர்மம்)
	0.037	400°C (நீர்மம்)
மின் தடைத்திறன் (ஓஓம்.செ.மீ)	106.5	0°C (திண்மம்)
	160.2	100°C (திண்மம்)
	267.0	269°C (திண்மம்)
பரப்பு இழுவிசை (டைன்கள் /செ.மீ)	376	300°C
	370	400°C
	363	500°C
பாகுதன்மை (சென்டிப்போஸ்)	1.662	300°C
	1.280	450°C
	0.996	600°C
காந்த ஏற்புத்திறன் (சி.ஜி.எஸ் அலகு)	-1.35 x 10 <sup>-6</sup>	
படிகவியல்		
கடினத்தன்மை (பிரினெல்)	4 - 8	

வேதிப் பண்புகள். காற்றில் நீண்ட நேரம் சூடுபடுத்தினால் இது ஆக்சைடாக மாறுகிறது. ஹாலோஜன்கள், சல்ஃபர் ஆகியவற்றுடன் பிஸ்மத் நேரிடையாகவே வினைபுரிகிறது. நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைந்து பிஸ்மத் நைட்ரேட்டையும் ராஜத்திராவகத்தில் கரைந்து பிஸ்மத் குளோரைடையும் கொடுக்கிறது. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஆக்சிஜன் முன்னிலையில் வினைபுரிகிறது. அடர்ந்த அமிலத்துடன் ஏனைய தனிமங்களைப் போன்றே வினைப்பட்டுச் சல்ஃபர் டை ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

ஈயம், காரீயம், கேட்மியம் போன்ற தனிமங்களுடன் கூடி எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவைகளைக் கொடுக்கிறது. உட் (wood) எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவை, ரோஸ் உலோகக் கலவை, லிபோவிட்ஸ் உலோகக் கலவை ஆகியவை பிஸ்மத்தின் உலோகக் கலவைகளாகும். உட் எளிதில் உருகும்



உலோகக் கலவையில் 4 பங்கு பிஸ்மத், 3 பங்கு ஈயம், 1 பங்கு காரீயம், 1 பங்கு கேட்மியம் ஆகியவை உள்ளன; இதன் உருகுநிலை  $71^{\circ}\text{C}$ . ரோஸ் உலோகக் கலவையில் 2 பங்கு பிஸ்மத், 1 பங்கு ஈயம், 1 பங்கு காரீயம் உள்ளன; இதன் உருகுநிலை  $94^{\circ}\text{C}$ . லிபோவிட்ஸ் உலோகக் கலவையில் 15 பங்கு பிஸ்மத், 8 பங்கு ஈயம், 4 பங்கு காரீயம், 3 பங்கு கேட்மியம் உள்ளன. இதன் உருகுநிலை  $60-65^{\circ}\text{C}$  உள்ளது.

பொதுவாகப் பிஸ்மத் ஹைட்ரைடு தூயநிலையில் பெறப்படுவதில்லை. இது மிகவும் நிலையற்றது. மக்னீசியம் - பிஸ்மத் உலோகக் கலவையுடன் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் வினைபுரிவதன் மூலம் பிஸ்மத் ஹைட்ரைடு உண்டாகிறது. சூடான குழாய் வழியே செலுத்தும்போது குழாயின் உட்புறத்தில் ஆடி தோன்றுகிறது. இது நீர், கந்தக அமிலம், சில்வர் நைட்ரேட் ஆகியவற்றால் உறிஞ்சப்படுகிறது. பிஸ்மத் பல்வகை ஆக்சைடுகளைத் தருகிறது. பிஸ்மத் மோனாக்சைடு (பிசுமத் சப் ஆக்சைடு), பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைடு, உயரிய (higher) டை ஆக்சைடு, பெண்டாக்சைடு ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைடு, கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வினைபுரியும் போது பிஸ்மத் மோனாக்சைடு உண்டாகிறது. கார்ப் பிஸ்மத் ஆக்சலேட்டைச் சூடாக்கும்போது பிஸ்மத் மோனாக்சைடு உண்டாகிறது. இது ஒரு கறுப்புத்தூள்; இது ஃபீலிங் கரைசல், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் ஆகியவற்றை ஒடுக்கம் செய்கிறது. காரச் சோடியம் குளோரைடால் பிஸ்மத் மோனாக்சைடு பிஸ்மத்தாக ஒடுக்கம் அடைகிறது.

பிஸ்மத் தனிமம் காற்றில் சூடாக்கப்படும்போது பிஸ்மத் டிரைஆக்சைடு உண்டாகிறது. மேலும் பிஸ்மத் ஹைட்ராக்சைடு, கார்போனேட் அல்லது சப் நைட்ரேட் ஆகியவற்றைச் சூடாக்கும்போதும் பிஸ்மத் டிரைஆக்சைடு உண்டாகிறது. இது இள மஞ்சள் நிறமுடைய எளிதில் உருக்கக்கூடிய திண்மம். இந்த ஆக்சைடு மூக்குக் கண்ணாடித் தொழிற்சாலையிலும் டீங்கானுக்கு மெருகேற்றதலுக்கும் பயன்படுகிறது.

பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைடைக் கார நிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும் போது பிஸ்மத் டைஆக்சைடு உண்டாகிறது. இது பழுப்பு நிறத்தூள். இது சூடாக்கப்படும்போது ஆக்சிஜனை இழக்கிறது. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் சூடாக்கும்போது குளோரின் வளிமத்தைத் தருகிறது.

பிஸ்மத்திக் அமிலத்தை உலர்த்தும்போது நிலையற்ற பிஸ்மத் பெண்டாக்சைடு பழுப்பு நிறத்தூளாகப் பெறப்படுகிறது. மிகுந்த அளவு ஆக்சிஜன் இருப்பதால்

பிஸ்மத் பெண்டாக்சைடு ஆக்சிஜனேற்றியாகச் செயல்படுகிறது. இது மாங்கனீஸ் உப்பு அல்லது மாங்கனீஸ் ஆக்சைடுகளை பெர்மாங்கனேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது.

பிஸ்மத் பெண்டாக்சைடிலிருந்து பெறப்படும் உப்புகள் பிஸ்மத்தேட் உப்புகளாகும். எரிகாரக் கரைசலில் தொங்கியுள்ள 40% பிஸ்மத் டிரைஆக்சைடு வழியாகக் குளோரின் வளிமத்தைச் செலுத்தும்போது சோடியம் பிஸ்மத்தேட் உண்டாகிறது. கார்ப் பிஸ்மத்தேட்டுகள் அமிலங்களுடன் வினை புரியும்போது பழுப்பு நிறத் தூய பிஸ்மத் மோனாக்சைடு வீழ்படிவாகிறது. நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் மெட்டா பிஸ்மத்திக் அமிலம் உண்டாகிறது. பிஸ்மத்தேட் உப்புகள் திறன்மிகு ஆக்சிஜனேற்றிகளாகும். இவை மாங்கனீஸ் உப்புகளை அமில நிலையில் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்கின்றன.

பிஸ்மத் ஹாலோஜன்களுடன் வினைபுரிந்து பிஸ்மத் ஹாலைடுகளைத் தருகிறது. பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைடு ஹைட்ரோஃபுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியும்போது பிஸ்மத் டிரைபுளரைடு உண்டாகிறது. காலோமல் உப்புடன்  $250^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் பிஸ்மத் டை குளோரைடு உண்டாகிறது. ஆனால் மெர்குரிக் குளோரைடுடன் சூடாக்கும் போது பிஸ்மத் டிரை குளோரைடைத் தருகிறது. பிஸ்மத் டிரை குளோரைடு நீரில் கரையக்கூடியது. மிகுந்த அளவு நீரில் நீராற்பகுப்பு அடைந்து பிஸ்மத் ஆக்சி குளோரைடைக் கொடுக்கிறது. பிஸ்மத் குளோரைடு உலோகக் குளோரைடுகளுடன் வினைபுரிந்து இரட்டைக் குளோரைடு உப்புகளைத் தருகிறது. அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிந்து நிறமற்ற, சாம்பல், சிவப்பு நிறப் பிஸ்மத்குளோரைடு அம்மோனியா உப்புகளைத் தருகிறது.

பிஸ்மத் (டிரை) புரோமைடு பொன் மஞ்சள் நிறப் படிகமாக உள்ளது. இதைச் சிதைவடையாமல் உருக்கிக் கொதிக்க வைத்து ஆவியாக்கலாம். இது நீராற்பகுப்படைந்து பிஸ்மத் ஆக்சி புரோமைடைத் தருகிறது. பிஸ்மத் டிரை அயோடைடு பிஸ்மத் உப்புக் கரைசலுக்குப் பொட்டாசியம் அயோடைடு சேர்ப்பதன் மூலம் இளங் கருமை நிறமுடைய பளபளப்பான படிகம் பெறப்படுகிறது. இது நீராற்பகுப்படைந்து பிஸ்மத் ஆக்சி அயோடைடு கிடைக்கிறது.

பிஸ்மத்தின் சல்ஃபைடு உப்புகளில் நிலையானது பிஸ்மத் டிரை சல்ஃபைடு ஆகும். இது பொதுவாகப் பிஸ்மத் உப்புக் கரைசல் வழியாக ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தைச் செலுத்தும் போது கறுப்பு நிற வீழ்படிவாகப் பெறப்படுகிறது.

பிஸ்மத்தினைத் தாதுவிலும் இது காணப்படுகிறது. தனிமங்களின் நேரடிச் சேர்க்கையாலும் இதைத் தயாரிக்கலாம். இது நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரையக் கூடியது. ஆனால் காரங்கள், அமோனியம் சல்ஃபைடு போன்றவற்றில் கரைவதில்லை.

பிஸ்மத் அல்லது பிஸ்மத் சல்ஃபைடைச் சூடான அடர்ந்த அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்து பிஸ்மத் சல்ஃபைட் தயாரிக்கலாம். இது நீராற்பகுப்படைந்து காரச் சல்ஃபைட்டைக் கொடுக்கிறது. (பிஸ்மத்ஹைட்ராக்சைடு - பிஸ்மத் சல்ஃபைட்). பிஸ்மத்குளோரைடு, ஹைப்போ (சோடியம் தயோ சல்ஃபைட்) கரைசலுடன் வினைபுரியும் போது அரிதில் கரையும் தயோ சல்ஃபைட் கூட்டுச் சேர்மம் உண்டாகிறது.

பிஸ்மத் உலோகம் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியும்போது பிஸ்மத் நைட்ரேட் உண்டாகிறது. இதன் முப்பட்டக வடிவப் படிகங்கள் நீர் உறிஞ்சும் தன்மை உடையவை. சூடாக்கப்படும்போது சிதைந்து பிஸ்மத் ஆக்சைடைக் கொடுக்கும். இது நீராற்பகுப்படைந்து அமிலத்தன்மை உடைய கார நைட்ரேட் உண்டாகிறது. இந்தக் கார நைட்ரேட் வயிற்றுப்போக்கு, பேதி போன்றவற்றிற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

பயன்கள். இவ்வுலோகத்தின் முக்கியப் பயன்  $100^{\circ}\text{C}$ க்கும் கீழ் உருகும் குறைந்த உருகுநிலையுடைய உலோகக் கலவைகளின் தயாரிப்பு ஆகும். குளிர்விக்கப்படும்போது விரிவடையும் பண்புடைய இதன் சில உலோகக் கலவைகள் வார்ப்படத் தொழிலிலும் தட்டச்சு உலோகங்கள் தயாரிப்பிலும் பயனாகின்றன. பிஸ்மத், இதன் உலோகக் கலவைகள் ஆகியன சாதாரணமாக இரும்பு, எஃகு, அலுமினியம் உலோகக் கலவைகள் ஆகியவற்றுடன் கலக்கப்படுகின்றன. இதனால் இவ்வுலோகங்களை வார்ப்பதும், எந்திரங்களில் பயன்படுத்துவதும் எளிமையாகிறது. பிஸ்மத்தின் குறைவான உருகுநிலை, உயர் கொதிநிலை, மெதுவாக நியூட்ரான்களை கவரும் தன்மை ஆகியன இவ்வுலோகத்தை அணுக்கரு உலையில் (reactor) குளிர்விப்பானாக பயன்படுத்துவதை ஏதுவாக்குகிறது. பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைடு, கண்ணாடி, பீங்கான் பொருள் தயாரிப்பில் பயனாகிறது.

ஜி. கோவிந்தராஜு

துணைநூல். Dr.S.Sundaram and Dr.Vangalur S.Srinivasan, *Text book of Inorganic Chemistry*, Margham Publications, Madras, 1995.

## பிஸ்மத்தினைத் தயாரித்தல்

இது  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  வேதி உட்கூறு உடைய கனிமமாகும். பிஸ்மத்தினைத் (bismuthinite) சதுரத் தொகுதியை சேர்ந்தது. படிகங்கள் முப்பட்டக, தூண் வடிவில், செங்குத்துச் சால்வரிகளைச் சிறப்பியல்பாகக் கொண்டு, ஊசி வடிவத் தொகுப்பில் திசியடைந்த இது ஆண்டிமோனைட்டை ஒத்துள்ளது.

இதன் நிறம் காரீயம் - சாம்பல் முதல் வெள்ளீய -வெண்மை வரையிலானது. இதில் காரீய சாம்பல் நிறக்கூறுகளும் உடையது. உலோக மிளிர்வைக் கொண்டு ஆண்டிமோனைட்டை விட ஒளிர்வு மிகுந்திருக்கும். சீரான பிளவினைப் பெற இதன் கடினத்தன்மை 2; அடர்த்தி 6.6; இக்கனிமம் உடைப்பது அரிது. இக்கனிமம் உயர் வெப்ப, நீர் வெப்ப நரம்புகளிலும், பிஸ்மத், பைரைட், ஆர்சனோபைரைட், உல்பிரலைட், சால்கோபைரைட், காசிடையடைட், குவார்ட்ஸ், டோபாஸ் மற்றும் பிற கனிமங்களுடன் காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜனேற்றப் பகுதியில் பிஸ்மத்தினைட், பிஸ்மத் துரு வசையாக மாறுகிறது.

பெரும்பாலும் பிஸ்மத்தினைட் படிவுகளை இதுவரை கண்டுபிடிக்கவில்லை. சோவியத் நாட்டில் டிரான்பைகிகல் தொகுதியின் உல்பிரனைட் படிவுகளிலும், சோவியத் மைய ஆசியாவிலும் காணப்படுகிறது. இது பொலிவியா மற்றும் பெரு நாடுகளில் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. பிஸ்மத்தின் முதலாமைத் தாதுவான பிஸ்மத்தினைட், குறைந்த உருகுநிலை உடைய உலோகங்களில் பயன்படுகிறது.

க. சித்திரா தேவி

## பிஸ்மைட்

இது பிஸ்மத் டிரை ஆக்சைட்டினைக் கொண்ட  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  கனிமமாகும். இது பொதுவாக மாசு கலந்து நீரிய நிலையில் (hydrous) காணப்படும். பொதுவாகப் பிஸ்மத் ஹைட்ராக்்சைட்டினையே பிஸ்மத் என்பர். நீரிலா ஆக்சைடுகள் பொதுவாகக் கனிமங்களாகக் கிடைப்பதில்லை. இது வைக்கோல் மஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படும். பிஸ்மத் கூட்டுப் பொருள்களின் ஆக்சிஜன் ஏற்ற வினையினால் இது இரண்டாவது கனிமமாகப் பெறப்படுகிறது. இது எதிர்மறை ஒளிக்குறியினை உடையது. இதன் செயற்கைப்



படிகம் செஞ்சாய் சதுரத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. தங்கத்தாதுக் கருடன் கலந்து ருஷ்யாவின் யூரல் மலைப் பகுதி, திவேடா மற்றும் பொலிவியாவில் காணப்படுகிறது. க. சித்திரா தேவி

## பிஜியோனைட்

இது ஒரு சிலிக்கேட் கனிமம். பைராக்சின் குழுவைச் சேர்ந்த பிஜியோனைட்டின் (pigeonite) வேதி இயைபு. மக்னீசியம், இரும்பு, கால்சியம் சிலிக்கேட்.  $(\text{CaMgFeCa}) \text{Mg Fe Si}_2\text{O}_6$  ஆகும். இது பைராக்சின் குழுவிலுள்ள கிளைனோசாயிசைட்டுக்கும், டையோட்சைட்டுக்கும் இடைப்பட்ட கனிமமாகும். பிஜியோனைட் ஒரு சாய் தொகுதியில் நிறை உருவ வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இதன் அடிப்படை அணுக்கோப்பில் நான்கு கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. இதன் அணு அமைப்பு அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு முன் பின்னாக (a) 9.73 பக்க வாட்டத்தில் (b) 8.95, குத்துவாட்டத்தில் (c) 5.26 ஆகும். இதன் முன்பின் (a) படிக அச்சுக்கும் (c) குத்து அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள (b) கோணம்  $108^\circ 33'$  ஆக உள்ளது.

பிஜியோனைட்டின் படிகங்கள் சிறிய பட்டகங்களாகக் காணப்படுகின்றன. பிஜியோனைட் தூவலாகப் பதிந்த நுண்ணிய தூள் சூழ் படிகங்களாகவும் சிறிய துகள்களாகவும் காணப்படுகிறது. இக்கனிமத்தில் (001) அல்லது (100) மீது எளிய அல்லது தட்டையான படிக இரட்டுறல் காணப்படும். இதில் (110) கனிமப்பிளவு தெளிவாக உள்ளது. (001), (010), (100) கனிமப்பிளவுகள் உள்ளன. பிஜியோனைட் சருகின் நிறம் இளம் ஊதா கலந்த சருகுநிறம், பசுமை கலந்த சருகு நிறம் அல்லது கறுப்பு நிறமாக இருக்கும். இதன் கடினத் தன்மை 6; ஒப்படர்த்தி 3.30-3.46; பளிங்கு மிளிர்வு அல்லது மண் மிளிர்வு ஆகும். ஒளி கசியும் அல்லது ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. மேலும் இது நொறுங்கக்கூடியது.

பிஜியோனைட் இரண்டு ஒளி அச்சுகளையுடைய கனிமம். இதில் ஒளி அச்சுகளுக்கு இடையேயான (2V) கோணம்  $0^\circ - 30^\circ$  ஆகும். நேர் ஒளிக்குறியை உடைய இதன் ஒளி அச்சுதளம் (010) தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. Z ஒளி அதிர்வு திசைக்கும் C படிக அச்சிற்கும் இடையேயான மறைவு கோணம்  $22^\circ - 45^\circ$ . இதன்

ஒளிவிலகல் எண்கள்  $\alpha = 1.682 - 1.722$ ;  $\beta = 1.684 - 1.722$ ;  $\gamma = 1.705 - 1.751$ .

பிஜியோனைட் எரிமலைப்பாறைகளில் பொதி பொருளாக, மிகச் சிறிய துகள்களாகக் காணப்படுகிறது. இது ஆண்டைசைட், டேசைட், டோலிரைட் டயாபேஸ் முதலிய கார அனற்பாறைகளில் உள்ளது. இது மின்னிசோட்டா, கொலராடோ, நியூஜெர்சி, வெர்ஜீனியா ஆகிய இடங்களிலும் கிரீன்லாந்து, ஸ்காட்லாந்து, ஜெர்மனி, பாகிஸ்தான், ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது. மின்னிசோட்டாவிலுள்ள பிஜியன் பாயிண்ட் (Pigeon point) என்னுமிடத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் இக்கனிமத்திற்குப் பிஜியோனைட் எனும் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

இல. வைத்திலிங்கம்

## ஃபிஷர், எமில் (ஹெர்மான்)

இவர் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். சர்க்கரை, பியூரின் சேர்மங்கள் குறித்த இவரின் சிறப்பான ஆய்வுகளுக்காக 1902 ஆம் ஆண்டு வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. எமில் (ஹெர்மான்) ஃபிஷர் (Emil (Hermann) Fischer) 1852 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் திங்கள் 9ஆம் நாள் பிறந்தார்.

பிஷர் பியூரின்னைப் பற்றிய தமது ஆய்வை 1881 இல் தொடங்கினார். யூரிக் அமிலம், சாந்தீன், கேஃபீன், தியோபுரோமின், பிற நைட்ரஜன் இணைந்த கரிமச் சேர்மங்களுக்கும் பியூரின் சேர்மத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை விளக்கினார். கரிம வேதியியலில் சர்க்கரைத் தொகுதிகளைப் பற்றிய இவர் ஆய்வு மிக இன்றியமையாததாகும். இவர் ஃபிரக்ட்டோஸ், குளுக்கோஸ், பிற சர்க்கரைச் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்புகளைத் தெளிவாகக் கண்டுபிடித்தார். மேலும் இவற்றை தொகுப்பு முறையால் தயாரித்துத் தம் ஆய்வு முடிவுகளை உறுதிப்படுத்தினார். புரதம், நொதி ஆகியவற்றைப் பற்றியும் ஃபிஷர் ஆய்வு செய்துள்ளார்.

பான், ஸ்ட்ராஸ்புர்க் ஆகிய இடங்களில் கல்வி பயின்ற ஃபிஷர் 1892 ஆம் ஆண்டு பெர்லினில் வேதியியல் பேராசிரியராகப் பணியேற்றார். 1890 இல் ராயல் கழகம் இவருக்கு டேவி பதக்கத்தை அளித்துச் சிறப்பித்தது. மேலும் 1899 ஆம் ஆண்டு வெனிநாட்டு உறுப்பினராக இவர் ராயல் கழகத்தில் சேர்த்துக்

கொள்ளப்பட்டார். ஃபிஷர் பெர்லின் நகரில் 1919 ஆம் ஆண்டு ஜூலை 15ஆம் நாள் காலமானார். Ausmeinen Leben எனும் இவர் தன் வரலாறு சுயசரிதம் 1922 இல் வெளிவந்தது.

த. தெய்வீகன்

## ஃபிஷர் - டிரோப்போஷ் முறை

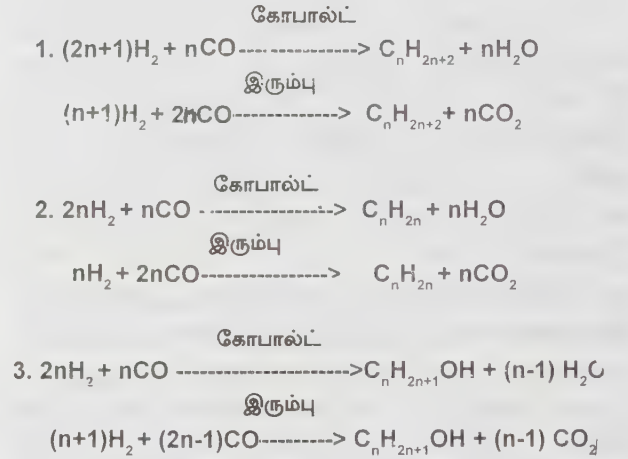
கார்பன் மோனாக்சைடு வளிமத்துடன் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தை வினைவேக மாற்றி ஒன்றைப் பயன்படுத்தி வினைப்படுத்துவதால், வளிம, நீர்ம, திண்ம நிலையிலுள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்களைத் தயாரிக்கும் முறையே ஃபிஷர் - டிரோப்போஷ் முறையாகும். இம்முறையில் அலிஃபாட்டிக் ஆல்கஹால் ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கலாம். 1923ஆம் ஆண்டில் ஜெர்மனியில் உள்ள கெம்சர் - வில்ஹெம் கார்பன் பற்றிய ஆய்வு நிலையத்தில் இம்முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஃபிஷர் - டிரோப்போஷ் முறையில் பயன்படும் வினைவேக மாற்றியைத் தூய முறையில் தயாரிக்க வேண்டும். கோபால்ட், தோரியா, மக்னீசியா ஆகியவற்றை முறையே 100:5:8 என்னும் விகிதத்தில் கலந்து, அக்கலவையுடன் இருமடங்கு நுண்மிதவைத் தாவரம் (diatom) மடிந்து கிடைத்த மண்ணைச் சேர்த்து, சிறு உருண்டைகளாக்கி வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படுத்தினர். 200°C வெப்ப நிலையிலும் 1 - 10 உள்ள வளி மண்டல அழுத்தத்திலும் வினையை நடத்தினர். ஹைட்ரஜன் வளிமமும் கார்பன் மோனாக்சைடு வளிமமும் 1 : 2 என்ற கன அளவு விகிதத்தில் கலந்துள்ள நீர் வளிமத்தை வினைவேக மாற்றி மீது செலுத்தினர். இதனால் கிடைக்கும் விளைபொருள்களில், புரோப்பேன், புரோப்பிலீன் போன்ற எளிய ஹைட்ரோக்கார்பன்கள் தொடங்கி மூலக்கூறு எடை இரண்டாயிரம் கொண்ட மெழுகு பொருள்கள் வரை உள்ளன. இவையல்லாமல் ஆக்சிஜன் உள்ள சில கரிமப் பொருள்களும் கிடைக்கின்றன. இம்முறையில் கிடைக்கும் ஹைட்ரோ கார்பன்களின் சதவீதம் பின்வருமாறு: மூன்று அல்லது நான்கு கார்பன் அணுக்களை உடைய ஹைட்ரோ கார்பன்கள் 10%; பெட்ரோல் 40 - 50%; டீசல் 15 - 25%; மிருதுவான மெழுகு 10 - 20%; கடின மெழுகு 5 - 15%.

1938இல் இம்முறையைக் கைவிட்டு இதற்கு மாற்றாகக் கார்பனை நேரடியாக ஹைட்ரஜனோடு வினைப்படுத்தும் முறை

வழக்கில் வந்தது. இரண்டாம் உலகப் போரின்போது கோபால்ட் மிகக் குறைந்த அளவு கிடைத்ததால் அதற்குப் பதிலாக இரும்பைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். இவ்வாறு இரும்பை வினைவேகமாற்றியாகப் பயன்படுத்தும்போது ஹைட்ரஜனையும் கார்பன் மோனாக்சைடையும் 4:5 என்னும் விகிதத்தில் கலந்தனர். மேக்னடைட் என்னும் தாதுவுடன் 0.5% பொட்டாசியம் சேர்த்த வினைவேக மாற்றிகளை அமெரிக்காவில் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். இவ்வினை வேகமாற்றி, முதலில் கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வினைப்பட்டு இரும்பு கார்பைடு உண்டாகிறது. இது 250 - 300°C வெப்ப நிலையிலும் 10 - 20 வ.ம.அ.இலும் ஹைட்ரஜனோடு வினைப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் வினைப்பொருளில் பெட்ரோல் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது; இதன் ஆக்டேன் மதிப்பு, கோபால்டைப் பயன்படுத்திக் கிடைத்த பெட்ரோலின் மதிப்பை விட மிகையாக உள்ளது. ஆக்சிஜன் உள்ள சேர்மங்களும் 15% கிடைக்கின்றன. ஃபெர்ரஸ்-ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு மற்றும் குப்பரிக் ஹைட்ராக்சைடு உள்ள வினைவேக மாற்றிகளும் பயன்படுகின்றன.

ஃபிஷர் - டிரோப்போஷ் முறையில் நடைபெறும் வினைகளை மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம்.



இவ்வினைகள் யாவும் வெப்ப உமிழ் வினைகளாகும். இதனால் வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்பட்டு, கூடுதலான மெத்தேன் உண்டாகவும், வினைவேகமாற்றி எளிதில் பழுதடையவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. எனவே வெளியாகும் வெப்பத்தைக் குறைக்க வேண்டும். மேலும் நீராவி, கார்பன் மோனாக்சைடுடன் சேர்ந்து ஹைட்ரஜனையும் கார்பன் டை ஆக்சைடையும் தரும் வினையையும் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.



கோபால்ட் வினைவேக மாற்றியைப் பயன்படுத்தும்போது மேற்காணும் வினை மெதுவாக நடைபெறும்.

இரும்பு வினைவேக மாற்றியைப் பயன்படும்போது ஒலிஃபீன்கள் மிகுதியாக உண்டாகின்றன. நேர் சங்கிலி அமைப்பைக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் கிளைச் சங்கிலித் தொடர் சேர்மங்களும் கிடைக்கின்றன. நான்கு கார்பன் உள்ள சேர்மங்களில் 10% உம், ஐந்து கார்பன் உள்ள சேர்மங்களில் 19 விழுக்காடும், ஆறு கார்பன் உள்ளவற்றில் 21 விழுக்காடும், ஏழு கார்பன் உள்ளவற்றில் 34% உம் கிளை சங்கிலித் தொடர் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் காணப்படுகின்றன. ஏழும் அதற்கு மேலும் கார்பன் அணுக்கள் உள்ள சேர்மங்களோடு, அரோமாட்டிக் சேர்மங்களும் கலந்து கிடைக்கின்றன. தனித்தன்மை வாய்ந்த சில வினைவேக மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தி ஆல்கஹாலைப் பெறலாம். ஒலிஃபீன்களைச் சேர்த்து ஃபிஷர் - டிரோப்போஷ் வினையை கோபால்ட் வினைவேக மாற்றியின் மீது 200 வ.ம.அ.இல் நடத்தினால், சேர்க்கும் ஒலிஃபீனை விட ஒரு கார்பன் மிகுதியாக உள்ள ஆல்டிஹைடு கிடைக்கும்.

மரிய புஷ்பராஜ்

துணைநூல். Raj K.Bansal, *Synthetic Approaches in Organic Chemistry*, Narosa Publishing House, New Delhi, 1996.

## பீக்கருவேல்

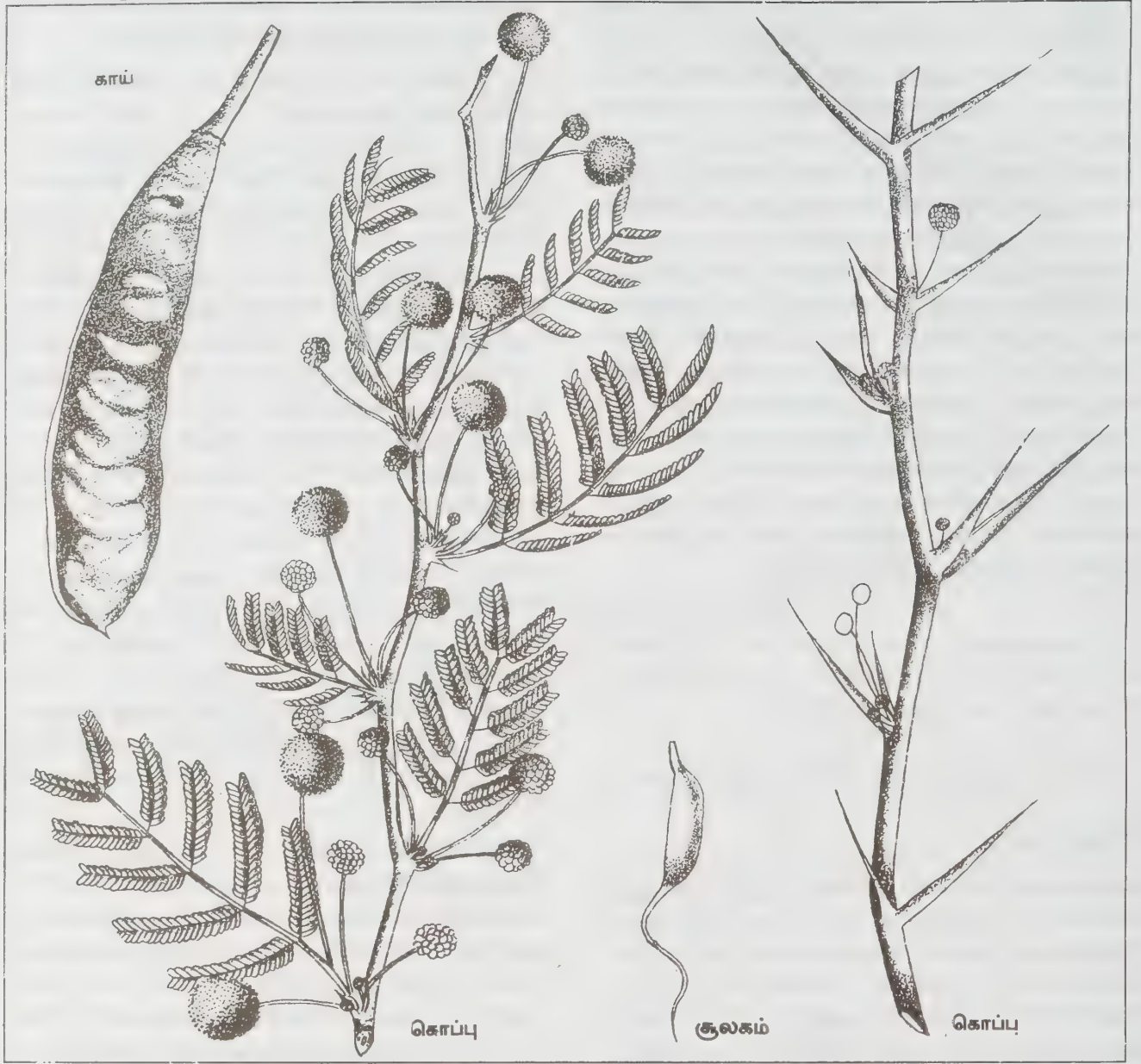
பேய்க்கருவேல், பீவேலம், புஜ்வேலம் என்னும் பெயர்களும் இதற்குண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் அக்கேசியா ஃபார்னிசியானா (*Acacia farnesiana*) என்பதாகும். இதன் பழைய பெயர்கள் மைமோசோ ஃபார்னிசியானா (*Mimosa farnesiana*), வாசெல்லியா ஃபார்னிசியானா (*Vachellia farnesiana*) என்பனவாகும். இந்தியாவில் எங்கும் இந்த மரத்தைக் காணலாம். இது லெகுமினோசி (*leguminosae*) என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வேலிப்பயிராக வளரும் இம்மரத்தின் பூக்களைப் பயன்படுத்தி நறுமணமுள்ள எண்ணெய் தயாரிக்கலாம். இம்மரத்தின் தாயகம் வெப்ப மண்டல அமெரிக்கா ஆகும். இம்மரம் தற்பொழுது பல வெப்ப மண்டல நாடுகளில் குறிப்பாக இந்தியா, மியான்மர், இலங்கை இவ்விடங்களில் வளர்கிறது. மலையடிவாரத்தில் 600 மீ. உயரம் வரை இம்மரங்களைக் காணலாம். வடஇந்திய ஆற்றுப் படுகைகளில் கூட்டம் கூட்டமாக இம்மரம் வளர்ந்திருப்பது மிக

அழகாக இருக்கும். குறிப்பாகப் பஞ்சாப் மாநிலத்தின் வண்டல் நிலப் பகுதியில் இது செழிப்பாக வளர்ந்திருக்கும்.

**வளரியல்பு.** பீக்கருவேல் முள் நிறைந்த சிறுமரம் ஆகும். இது ஏறக்குறைய 4 - 5 மீ. உயரம் வளரும் தன்மையைக் கொண்டது. வளமான இடங்களில் இம்மரம் 10மீ. வரையிலும் வளர்கிறது. இதன் கிளைகளில் கழலைகள் (*warts*) காணப்படும். இதன் இலைகள் 1.0 - 2.5 செ.மீ. நீளமுள்ளவை. சிற்றிலைகள் 10 - 15 இரட்டைகளாக முட்டை வடிவில் 5 x 1 மி.மீ அளவில் பளபளப்பாக இருக்கும். இலை ஓரம் முழுமையாக இருக்கும். ஆனால் முனை மழுங்கியிருக்கும். இலை நரம்புகள் இலையடிப் பரப்பில் நன்கு தெரியும். இலைக்காம்பின் நீளம் 1.5 செ.மீ. ஆகும். இதன் நடுவில் ஒரு சுரப்பி இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. கூட்டிலைக்காம்பு விறைப்பாக மயிரடர்ந்து சுரப்பிகளைப் பெற்று இருக்கும். இலையடிச் செதில் முள்கள் வெவ்வேறு நீளத்திலிருக்கும். மஞ்சரி உருண்டையாக 8 மி.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டிருக்கும். இலைக்கக்கத்தில் 2 அல்லது 3 மஞ்சரித் தலைகளைக் காணலாம். மஞ்சரிக் காம்பில் அடர்த்தியான விறைப்பான சிறுசிறு மயிர் இருக்கும். ஒவ்வொரு பூவும் 2 மி.மீ. குறுக்களவிலிருக்கும். 1.5 மி.மீ. நீளமுள்ள அல்லி வட்டக்குழலில் 5 பற்கள் இருக்கும். 2 மி.மீ. நீள அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் எண்ணற்று இருக்கும். சூல்பை வட்ட வடிவமாக 1 மி.மீ. நீளத்திலிருக்கும். சூல்தண்டின் நீளம் 3 மி.மீ. ஆகும்.

பீக்கருவேல் மரத்தின் பூக்கள் விதைத்து முளைத்த மூன்றாம் ஆண்டிலிருந்து உண்டாகின்றன. இவை நவம்பர் - மார்ச்சில் உண்டாகின்றன. பூங்கொத்து மஞ்சளாகவும் நறுமணத்துடனும் இருக்கும். ஒரு மரத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 1 கி.கி. பூக்கள் கிடைக்கின்றன. வழவழப்பான முனை மழுங்கிய நறுமணமுடைய காய்கள் வட்டவடிவம் 5 x 0.5 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். உருண்டையான விதைகள் 0.5 மி.மீ. அளவில் இருக்கும். ஒவ்வொரு காயிலும் 20 விதைகளிருக்கும்.

பயன். முற்றிய நெற்றில் 23% டேனின் சத்து உள்ளது. இம்மரப்பட்டை தோல் பதனிடும் தொழிலில் பயனாகிறது. இம்மரத்திலிருந்து ஒரு வகைப் பிசின் வடிகிறது. வடியும் பிசின் காற்றுப்பட்டதும் கெட்டியாகிவிடுகிறது. இம்மரத்தின் உலர்ந்த கோந்தை மற்ற மரக் கோந்துகளுடன் கலந்து விற்கின்றனர். இம்மரத்திலிருந்து கிடைக்கப் பெற்ற கோந்து நீரில் முழுமையாகக் கரைவதில்லை. இக்கோந்து தின்பண்டங்கள் தயாரிப்பதற்கு



பீக்கருவேல் (Acacia farnesiana)

பயன்படுகிறது. புளிய மரத்தின் இலைகளைப் போன்றே இதன் இலைகளைக் கொண்டு உணவாக உண்ணலாம். இம்மரத்தின் இளங்கொழுந்தை மைபோல அரைத்துக் கழற்சிக்காயளவு அடுத்து நீர் சேர்த்து அரைத்து உட்கொள்ள வெள்ளைநோய் போன்ற பூக்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் நறுமண எண்ணெயை ஒரிடம் புளிகள் நாள்தோறும் நீரில் கலந்து அருந்திவர உடல்

வெப்பம் குறையும். பட்டையைச் சிதைத்துக் குடிநீர் செய்து வாய் கொப்பளிக்கப் பல்லிலிருந்து குருதி வருதல் நீங்கும். பல்லுக்கு உறுதியும் கிடைக்கும். இம்மரத்தின் பிசின் உடலுக்கு வலிவைத் தரும்.

கோ. அர்ச்சுனன்



## பீகானிர் ஆடு

இராஜஸ்தானில் காணப்படுகின்ற மிகச் சிறந்த செம்மறி ஆட்டினம் பீகானிர் ஆடு ஆகும். பீகானிர் ஆடு உயர்வகைக் கம்பளத்தைக் கொடுக்கக் கூடியது. ஆண்டொன்றுக்கு ஏறத்தாழ 1.5 கி.கி. கம்பளத்தை ஓர் ஆட்டிலிருந்து பெறலாம். இவ்வகை ஆடு வறண்ட பாலைப்பகுதிகளிலும் வாழும் திறன் பெற்றது.

பரவல். இராஜஸ்தான் மாநிலத்தில் சுரு, சிகார், கோத்பூர், ஜெய்பூர், பீகானிர் ஆகிய இடங்களிலும், ஜெய்சால்மார், இராஜஸ்தான் வட பகுதிகளிலும் இவ்வகை ஆடுகள் காணப்படுகின்றன.

புறத் தோற்றமைப்பு. இவ்வகை ஆடுகள் நடுத்தர அளவு உடலமைப்புக் கொண்டது. கம்பளம் செம்மை கலந்த கருநிறத்துடன் காணப்படும். தலை சிவப்பு நிறத்துடனிருக்கும். கட்டுகோப்பான உடலமைப்புடையது. முகத்தில் பெரும்பாலும் முடி காணப்படுவதில்லை. ஒரு சில ஆடுகளில் முகத்தில் கறுப்பு வளையங்கள் காணப்படுகின்றன. பரந்த நெற்றி, நீண்ட மூக்கு, இலை போன்ற காதுகள் இந்த ஆட்டுக்குக் காணப்படும். பெண் ஆடு 20 - 25 கி.கி. எடையும் ஆண் ஆடு 30 - 35 கி.கி. எடையும் கொண்டது.

வகை. இராஜஸ்தானில் காணப்படும் சோக்ளா, மாட்டா, நாலி இன ஆடுகள் பீகானிர் ஆடுகளின் வகைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. தற்போது பீகானிர் பெண் ஆடுகளுடன் மொனா ஆண் ஆடுகளை இனப் பெருக்கம் செய்து பெறப்படும் கலப்பினங்கள் மிகச் சிறந்த கம்பள உற்பத்தித் திறன் பெற்றுள்ளனவாக அறியப்பட்டுள்ளது.

வி.எஸ். இராசுவன்

## பீங்கான்

மட்பாண்டங்கள் செய்யும் விதம் பீங்கான் பற்றிய அறிவுக்கு வித்திட்டது. மட்பாண்டம் செய்தல் என்பது ஒரு பழங்கலை. பீங்கானைக் குறிக்கும் *ceramics* என்னும் ஆங்கிலச் சொல் கிரேக்க மொழியிலுள்ள *keramos* மட்பாண்டங்கள் என்பதன் அடிப்படையாகும். களிமண்ணால் செய்யப்படும் அனைத்திற்கும் மட்பாண்டங்கள் எனப் பெயர். களிமண்ணிலிருந்து பீங்கான் கலன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. களிமண் ஈரமாயிருக்கும்போது நெகிழும் (*plastic*) தன்மையுடையது. எனவே வேண்டிய வடிவங்களில் இதனை வடிக்கலாம். மிகையாக வெப்பப்படுத்தும்போது முன்பிருந்த

அமைப்பு மாறாமல் நன்கு உறுதிப்படுகிறது. உலர்ந்ததும், தன் வடிவைப் பெறுகிறது. பீங்கான்களை நுண் துளை உள்ளவை, நுண் துளை அற்றவை என இருவகைப்படுத்தலாம்.

பளபளப்பில்லாத மண்பாண்டம், ஓடு, செங்கல், வெப்பம் தாங்கவல்ல பொருள் ஆகியவை நுண் துளையுடையவை. சீனப்பீங்கான், மட்பாண்டம், கற்பாண்டம் ஆகியவை நுண்துளையற்றவை. கற்சட்டி, மட்பாண்டம் போன்றவற்றிற்கு இல்லாத சிறப்புப் பண்புகள் பீங்கான் பாண்டங்களுக்கு உண்டு. இவை கடினமாகவும் வெப்பம் தாங்கவல்லவையாகவும் உள்ளன. அமிலம், காரம் போன்ற பொருள்களால் எளிதில் அரிமானத்திற்கு உட்படாத இவற்றைப் பல நிறங்களில் தயாரிக்கலாம். இவை மின்சாரத்தைக் கடத்தா; எனவே காப்பானாகப் (*insulator*) பயன்படுகின்றன; மேலும் அழகாகவும் விலை குறைவாகவும் உள்ளன.

சீன போர்சிலின் தயாரிப்பு. சீனாக்களிமண் (*kaolin-50%*), பெல்ஸ்டார் (*30%*), படிகக்கல் (*quartz*) ஆகியவற்றை நன்கு நீர் விட்டு நுண்மையாக அரைத்துப் பாண்டங்களாக வடிவமைத்து உலர்த்திப் பின்னர் பெரிய சூளைகளில் வைத்துச் சுடுவர். ஓரளவு சுட்ட பின்னர் மெருகூட்டும் கரைசலில் மூழ்க வைத்து எடுத்துப் பீங்கான் பாண்டங்களை வேறு சூளையில் இட்டு நன்கு சுடுவர். சூளையிலிருந்து வெளிவரும் பாண்டம் பளபளப்பாக மெருகூட்டப் பெற்றிருக்கும்.

போர்சிலின் பொருளைப் பாதிக் கண்ணாடியாகவும் பாதிக் கற்பாத்திரமாகவும் கருதலாம். அது கண்ணாடியைப் போன்று ஒளியை ஊடுருவிச் செலுத்தாவிடினும், சிறிதளவு ஒளியைக் கடத்துகிறது. நிறமுடைய பொருள்களைத் தயாரிப்பதற்கு உலோக ஆக்சைடுகளைக் காரத்துடன் சேர்த்து உருக்க வேண்டும்.

கற்பாண்டம் (*stoneware*). இது களிமண்ணிலிருந்து பெறப்படும் ஒரு வகை மட்பாண்டம். இதில் எஃகினால் கோடு கிழிக்க முடியாது. இது வேதி வினைப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை; ஒளிப்புகாததன்மை கொண்டது. சற்றே சாம்பல் நிறத்துடனிருக்கும்.

வெண்பாண்டம் (*whiteware*). இது பீங்கான் போன்று வெண்ணிறமாகவும் சற்று மென்மையாகவும், சிறு சிறு துண்டுகளாக உடையக் கூடியதாகவும் இருக்கும். இதை மெருகிடுவதற்குக் களிமண், குவார்ட்ஸ், கார உலோகங்கள் ஆகியன பயன்படுகின்றன.

**சாதாரண மட்பாண்டம்.** இது நுண்துளை உள்ள, வீடுகளில் பயன்படும் மண்பாணைச் சட்டி, பூச்சாடி வகையைச் சாரும். காரீய ஆக்கைடு கொண்டு இம்மட்பாண்டம் மெருகிடப்படுகிறது. இரும்பு ஆக்கைடைக் கொண்டு மெருகிடும்போது இது மஞ்சள் நிறம் பெறுகிறது.

**ஓடும் செங்கல்லும்.** இவை லோம் எனப்படும் செம்மண்ணிலிருந்து செய்யப்படுகின்றன. செம்மண்ணை நன்றாகக் குழைத்து அச்சுகளில் வார்த்துக் காய வைப்பர். அவை சூளையில் வைத்துச் சுடப்படும்போது கெட்டியான செங்கல்லும் ஓடும் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் இரும்பு ஆக்கைடு இருப்பதால் இவை சிவப்பாக உள்ளன. குறைந்த வெப்பநிலையில் இவை சூடேற்றப்படுவதால் இவற்றில் நுண்துளைகள் மிகுதியாக இருக்கும்.

**வெப்பம் தாங்கவல்ல பொருள்கள்.** இவை தீக்களி மண்ணால் செய்யப்படுகின்றன. தீக்களி மண்ணில் அலுமினாவும் சிலிக்காவும் இருப்பதால் இவற்றைத் தீக்கலன்களிலும் ஊதுலைகளின் உட்பகுதியை அமைப்பதற்கும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

**பயன்.** மின்மாற்றி, மின்னல்தடுக்கி, பீங்கான் குமிழி முதலிய மின்கடத்தாப் பொருள்கள் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன. குளிக்கும் தொட்டி, முகம் - கை கழுவும் தொட்டி, மலம் கழிக்கும் தொட்டி முதலியன செய்யப் பயன்படும். ஆய்வுக் கூடங்களில் இடம்பெறும் எரி படகு (combustion boat), மூசை (crucible) முதலியன செய்யவும் துணை புரியும். வழுவுமுப்பான எழில் பொருள்கள், வீட்டுப் பயன்பாட்டு பொருள்கள் முதலியவற்றைச் செய்யவும் உதவும்.

ஜி. தங்கவேல்

இது விளைகிறது. இம்மரத்தை இத்தாலி, ஃபிரான்ஸ், ஸ்பெயின், சீனா, ஜப்பான், அர்ஜென்டைனா, ஆஸ்திரேலியா, தெற்கு ஆப்பிரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். இந்தியாவில் காஷ்மீர் மற்றும் குலுப் பள்ளதாக்கு, குமான் மலை, இமாசலப் பிரதேசம், பஞ்சாப் ஆகிய பகுதிகளில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் நீலகிரி, கொடைக் கானல் மலைப்பகுதிகளில் நாட்டுப் பீச் மரங்கள் காணப்படுகின்றன.

**வளரியல்பு.** இது மிகவும் குட்டையான சிறுமரம். 8.5 மீட்டருக்கு மேல் இது வளர்வது அரிது. இதன் பட்டை கரும்பழுப்பு நிறமாகவும், இளந்தண்டு ஒளிரும் பச்சை நிறமாகவும் உள்ளன. வளரும் குருத்துக்கள் எளிய அமைப்புடையன. இவற்றில் பூக்கள் மட்டுமே தோன்றும். ஒவ்வொரு பூ மொட்டிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு பூக்கள் இருக்கும். குருத்து நிலையில் இவை நீளவாக்கில் நடுவே இரண்டாக மடிந்திருக்கும். இலை நீள்வட்டம், நீள்சதுர வடிவானது. இலைக் காம்பு தடிப்பானது. பெரும் மலர்கள் இலை கோணத்தின் தனியாக வளரும். இலை உண்டாவதற்கு முன்பே கண்கவரும் மணக்கும் செந்நிற மலர்கள் தோன்றிவிடும். தன் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் இம்மரத்தின் கனி ஏறக்குறைய உருண்டை வடிவானது. இதன் ஒரு பக்கத்தில் சிறுபள்ளம் இருக்கும். தோல் வெல்வெட் போல் இருக்கும். தோலுக்குள்ளிருக்கும் சதை கெட்டியாக இருக்கும். நடுவில் உள்ள ஒடு சில வகைகளில் சதையோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். சில வகைகளில் சதையினின்றும் பிரிந்து தனித்திருக்கும். விதை பாதுமை விதையைப் போன்றது. நறுமணமுடைய இது சற்றுக் கசப்பாக இருக்கும். சில கனிகளின் சதை வெண்ணிறமாகவும் சிலவற்றில் மஞ்சளாகவும் இருக்கும்.

**சாகுபடி முறை.** பெரும்பாலும் இந்தியா மலைப் பகுதிகளில் இது வளர்க்கப்படுகிறது. வடிகால் வசதியுள்ள மணற்பாங்கான வளமான நிலம் இதைப் பயிரிட ஏற்றது. இதன் சாகுபடிக்கு 450 மி.மீ. மழையளவு தேவை. ஏனைய குளிர் பகுதிக் கனி மரங்களை விட இதற்குச் சற்றுக் கூடுதலான தழைச்சத்து தேவைப்படும். ஜனவரி, மார்ச் மாதங்களில் பீச் நூற்றுக்களில் மொட்டு கட்டி இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. வளைய மொட்டு ஒட்டு (ring budding) அல்லது குருத்து ஒட்டு (shield budding) முறை கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. பீச் கனியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட கொட்டைகளை நன்கு கழுவி உலர்த்தி உடைத்துப் பருப்பை முளைக்க வைத்து அடிக் கன்றுகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. கொட்டைகளைக்

## பீச்சு மரம்

இதைக் கம்பளி பேரி என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரவியல் பெயர் புருனஸ் பெல்சிகா (*Prunus persica*) என்பதாகும். இது ரோசாசி (*rosaceae*) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. இவை சாதாரண பீச் (*Prunus persica* var. *persica*), நெக்டரின் (*P.P.var.nectarine*), தட்டைப் பீச் (*P.P.var.compressa*) என்பன. பீச்சிற்குச் சீனா தாயகமாக இருக்கும் எனக் கருதப்படுகிறது. இங்குக் காட்டுப்பீச் (*Prunus devidiana*) மரம் இப்போதும் காணப்படுகிறது. இப்பழமரம் உலகின் குளிர் பகுதிகளில் மிகுதியாகச் சாகுபடியாகின்றன. அமெரிக்காவில் ஆப்பிளுக்கு அடுத்தபடியாகப் பெரும்பரப்பில்





பீச்சு மரம் (Prunus persica)

குளிர் சேமிப்பு முறையில் 4 ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து முளைப்புத் திறன் கெடாமல் பாதுகாத்து வைத்திருக்கலாம். ஓராண்டு வளர்ச்சி பெற்ற மொட்டு செடிகள் 6 - 8 மீ. இடைவெளியில் 60x60x60 செ.மீ. குழிகளில் நடப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு குழிக்கும் 20 கி.கி. தொழு உரமும் 100 கிராம் B.H.C 10% தூளும் இடவேண்டும். நடவுடன் செடிகளுக்குச் சூரிய ஒளித் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாப்புத் தர

வேண்டும். இதிலிருந்து கிளைத்து வருவனவற்றில் மூன்று அல்லது நான்கு கிளைகளை மட்டும் தண்டைச் சுற்றி வளரவிட்டு ஏனையவற்றை நீக்கி விடவேண்டும். முதல் கோடைப் பருவத்தில் வளரும் அனைத்துக் கிளைகளையும் வெட்டி நீக்க வேண்டும். முதல் மொட்டு உறங்கு நிலைப்பருவத்தில், ஒவ்வொரு முதன்மை கிளையிலும் கூடுதல் இடைவெளியில் வளர்ந்துள்ள இரண்டிரண்டு பக்கக் கிளைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இரண்டாம் கோடைப் பருவத்தில் உண்டாகும் தேவையற்ற சிறிய கிளைகளை வெட்டி நீக்க வேண்டும். குளிர்காலத்தில் இரண்டாம் முறை கவாத்துச் செய்யும்போது பக்கக்கிளைகளை வெட்டுவதில்லை. ஆனால் மரத்திற்குச் சரிவான வடிவம் கிடைக்கவேண்டும் என்னும் நோக்கில் சில பக்கக்கிளைகளை வெட்டிவிடுவதும் உண்டு.

காய்த்துக் கொண்டிருக்கின்ற பீச் மரங்களுக்கு ஒவ்வோர் ஆண்டும் கவாத்துச் செய்தல் இன்றியமையாதது. குறுக்கு மறுக்காக வளரும் கிளைகளை வெட்ட வேண்டும். இரண்டு அல்லது மூன்றாண்டு வயதுடைய கிளைகள் கவாத்துக்கு உட்போதுமானது. பொதுவாகக் காய் மொட்டுகள் ஓராண்டு வயதுடைய கிளைகளின் பக்கங்களில் உண்டாகும். கிளையின் நடுப்பகுதியிலிருந்து பாதித் தொலைவிற்கு மேல் பக்கமாக காண் மொட்டுகள் இருக்கும். எனவே கிளைகளைக் கத்தரிக்கும்போது காய் மொட்டுகளைக் கவனித்துக் கத்தரிப்புச் செய்ய வேண்டும்.

பீச் தோட்டத்தை ஒழுங்காகவும், கவனமாகவும் பராமரித்தல் இன்றியமையாதது. மழைக்காலத்தில் 10 செ.மீ. ஆழத்திற்கு மிகாமல் உழவு செய்திட வேண்டும். மழைக்காலத்தில் பசுந்தழை உரப் பயிர்களை வளர்த்து, பின்பு பீச் தோட்டத்தில் உழுது வளம் சேர்க்கலாம். மரம் நன்கு வளரும்வரை ஊடுபயிராகக் காய்கறியைச் சாகுபடி செய்யலாம்.

இளவேனிற் பருவத்தில் காய்க்கும் மரங்களுக்கு ஹெக்டேருக்கு 137 - 162 கி.கி. தழைச்சத்தும் மணிச்சத்தும், 275 முதல் 337 கி.கி. சாம்பல் சத்தும் இட்டு நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். வறட்சியான காலத்திலும் கனி பருக்கும்போதும் கூடுதலாக நீர்ப் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். அயல்மகரந்தச் சேர்க்கைக்காகத் தேனீப்பெட்டி வைத்துத் தேனீக்களை வளர்க்கலாம். மே - ஜூன் மாதங்களில் காணப்படும் இயற்கையான பிஞ்சு, காய் உதிர்ந்துவிடும் பின்பு 10 - 15 செ.மீ. இடைவெளி தந்து அவற்றை கலைப்பது நல்லது. கெட்டியாக இருக்கும்போதே பீச் காய்களை மரத்திலிருந்து பறித்து விடலாம். பின்பு இவை சேமிப்பின்போதோ ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும்போதோ

560 பீச்சு மரம்

தானாகவே பழுத்துவிடும். இந்தியாவில் மே - செப்டம்பர் மாதங்களில் அறுவடை நடைபெறுகிறது. குறிப்பாக நீலகிரி மலைப்பகுதியில் மே - ஜூன் மாதங்களில் பீச் கிடைக்கிறது. மாரிக்காலத்தில் இப்பகுதியில் நவம்பர் - டிசம்பர் மாதங்களில் கனிகளைப் பெறலாம். நட்ட 5ஆம் ஆண்டிலிருந்து கனிகளைப் பெறலாம். புளோரிடாஃசன் என்னும் ரகம் 3 1/2 - 4 ஆண்டுகளில் காய்க்கத் தொடங்கும். பீச் மரம் 15 - 20 ஆண்டுகளுக்கு பயன் தரும். ஒவ்வொரு மரத்திலிருந்தும் 40 - 50 கி.கி. கனி கிடைக்கும். நீலகிரிப் பகுதியில் மரத்திற்கு 15 - 20 கி.கி. கனி கிடைக்கிறது.

**வகை.** இந்தியாவில் பயிராகும் பீச் வகைகளில் இயர்லி பீட் ரைஸ், அலெக்சாண்டர், இயர்லி ரிவர்ஸ், டியூக் ஆஃப் யார்க், பெரிகிரைம், நோப்ளெசி, லேட் டெவொனியன், எல்பெர்ட்டா, ஜே.எச. ஹேல், டிரையாழ்ப் முதலியவை கூடுதல் விளைச்சல் தருபவை. இவற்றுள் ஜே.எச். ஹேல். என்னும் வகையைத் தவிர மற்றவை தன் மகரந்தச் சேர்க்கையுற்றுக் கனி தரும் தன்மை கொண்டவை. நீலகிரிப் பகுதியில், கிள்ளிகிராங்கி (killikrankie), ஃபுளாரிடா சன் (florida sun), ஷா பசந்த (shaw pasand), ரெட் ஷாங்காய் (red shanghai), ஷாங்காய் சீட்லிங் (shanghai seedling) போன்றவை சாகுபடியாகின்றன. இப்பகுதியில் 1000 - 2000 மீ. வரையுள்ள கரிமப் பொருள் நிரம்பிய மலைப்பகுதி மண்ணில் இவை விளைவிக்கப் படுகின்றன. சீனாவில் விளையும் பீச் கனி ஒவ்வொன்றும் 45 கிராம் நிறையுடனும், கப்பல் மூலமாக ஏற்றுமதி செய்ய ஏற்றதாகவும் உள்ளது. ஸ்ரீலங்காவிலிருந்து அமெரிக்காவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்ட ரெட் சிலோன் (red ceylon) என்னும் வகை வெப்பமண்டலப் பீச்சாகக் கருதப்படுகிறது. சில குட்டைச் சீன் வகைகள் 35 செ.மீ. உயரம் வளர்ந்ததுமே கனிகளைத் தருகின்றன.

**பூச்சிகளும் நோய்களும்.** பீச் மரத்தில் தோன்றும் பூச்சிகளுள் அசுவிணி, பீச் துளைப்பான், சேன் ஜோஸ் செதில் பூச்சி, பீச் செதில் பூச்சி, நாவாய்ப் பூச்சி, பழ ஈ, இலைச்சுருட்டுப்புழு முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இவை பீச் மரத்தில் இலை, இலைக்காம்பு, பூ, கனி முதலிய வற்றிலுள்ள சாற்றை உறிஞ்சிப் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. கனிகள் முதிருமுன் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. சற்று முதிர்ந்த கனிகள் பாதிக்கப்பட்டால் அவற்றின் வளர்ச்சி குறைந்து விடும். நவம்பர் - மார்ச் மாதங்களில் பூச்சிகளின் தாக்குதல் மிகுதியாக இருக்கிறது. டைமெதோயேட் 0.3% தெளித்து இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஸ்பீனோட்டிரா லேஃபெரியை (Sphenoptera laferrei) என்னும் வண்டின்

புழுக்கள் பட்டைகளைத் துளைத்து அழிக்கும். புழு நுழைந்த இடத்தில் கோந்து வெளிப்பட்டிருக்கும். மார்ச் - அக்டோபரில் வண்டுகளின் தாக்குதல் இருக்கும். வண்டு இலைகளைத் தின்னுகிறது. இலைப்பட்டைகளில் முட்டைகளை இட்டுப் புழுக்களை உற்பத்தி செய்கிறது. இதற்கு B.H.C. 50% நனையும் தூளைப் பயன்படுத்திப் பசை தயாரித்து அடிமரப்பகுதியில் பூச வேண்டும்.

**பீச் செதில் பூச்சியான குடோஆல்காஸ்பிஸ் பெண்டகோவா (Pseudoaula caspis pentagona)** மஞ்சள் கலந்த வெண்மை நிறத்தில் இருக்கும். இது கூட்டமாகக் கிளைகளில் அமர்ந்து கொண்டு சாற்றை உறிஞ்சிக் கிளை, தழைகளைக் காயச் செய்யும். இதைக் கட்டுப்படுத்த 0.05% மோனோ குரோட்டோஃபஸ் பூச்சிகொல்லியைத் தெளிக்க வேண்டும். பீச் நாவாய் பூச்சிகளான லைகேயெஸ் பாண்டூராஸ் (Lygaeus pandurus), வை. ஹாஸ்பெஸ் (L.hospes) ஆகியவற்றின் குஞ்சுகள் ஏப்ரல் - மே மாதங்களில் இலைகளின் சாற்றை உறிஞ்சுகின்றன. வளர்ந்த பூச்சிகள், முதிர்ந்த காய்களில் சிறு சிறு துளைகளையிட்டு அவ்விடங்களில் அழுகல் அறிகுறியைத் தோற்றுவிக்கும். இவற்றின் தாக்குதலைக் கட்டுப்படுத்த 0.1% மாலத்தியான் பூச்சிகொல்லியைத் தெளிக்க வேண்டும். டாக்கஸ் டார்சாலிஸ் (Dacus dorsalis), டா.கிரெக்டஸ் (D. correctus), டா.டூப்ளிகேட்டஸ் (D.duplicatus) ஆகிய பழ ஈக்கள் இலை, கனித்தோலின் அடியில் முட்டைகளை இடுகின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் புழுக்கள் தனித்துக் கனிச்சதையை உண்டு மண்ணில் தண்டுப் புழுக்களாகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட கனிகள் கரும்பழுப்பாகவும், அழுகியும் முதிரும் முன் உதிர்ந்தும் விடுகின்றன. இவ்வாறு உதிரும் கனிகளைச் சேகரித்து அழிக்க வேண்டும். B.H.C 0.1% அல்லது DDT 0.1% மருந்துக் கரைசலை மரத்தின் மீதும் தெளித்து இதைக் கட்டுபடுத்தலாம். 20 கிராம் 50% மாலத்தியான் நனையும் தூள் அல்லது 50 மில்லி டயசினான் மருந்துடன் 200 கிராம் வெல்லத்தை 2லி. நீரில் கலந்து தட்டுகளில் வைத்துப் பழ ஈக்களை கவர்ந்து அழிக்கலாம். பழ ஈக்கள் இந்த நச்சுணவை அருந்தி இறக்கின்றன. காத்தோசியா எபிகிரைட்டா (Conoecia epicryta) என்னும் இலைச் சுருட்டுப்புழு இலை, இலைமோட்டு, பூக்களைத் தின்று சேதப்படுத்தும். இதனால் காய்கள் குறைவாக உண்டாகின்றன. சுருட்டப்பட்ட இலைகளையும், நூலாம்படையில் இணைக்கப்பட்ட இலைகளையும்



சேகரித்து அழிக்க வேண்டும். 0.05% ஃபெனிட்ரோதியான் அல்லது 0.03% எண்டோசல்ஃபான் மருந்தை ஏப்ரல் மாதம் தெளிக்க வேண்டும்.

நோய்களுள் சாம்பல் நோய், பீச் இலைச்சுருள், பின் கருகல், தேமல் நோய் முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. சாம்பல்நோய் ஸ்பீரோதிக்கா பன்னோசா (*Sphaerotheca pannosa*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இலைகளின் மீது வெள்ளை நிறப் பூசணப்படிவம் உண்டாகும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த, கந்தகத் தூளைத் தூவ வேண்டும். இலைச்சுருள் டேஃப்ரினா டீஃபார்மன்ஸ் (*Taphrina deformans*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இதனால் பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் சுருண்டும் சிவப்பாகவும் காணப்படும். இளங்குச்சிகள் வீங்கியும் வெளுத்தும் இருக்கும். பின்பு இலை காய்ந்து விடும். நோயுள்ள குச்சிகளை நறுக்கி நீக்கிவிட்டுப் போர்டோக்கலவை 1% மருந்தை மரத்தின் மீது தெளிக்க வேண்டும். பீச் மரத்தில் உண்டாகும் மக்னீசியப் பற்றாக்குறையால் இலை நரம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி வெளுத்திருக்கும். இலை ஓரமும் வெளுத்துக் காணப்படும். இப்பற்றாக்குறையைப் போக்குவதற்கு 200 லி. நீரில் 500 கிராம் மக்னீசியம் சல்ஃபேட் உப்பைக் கரைத்து இலைகள் மீது தெளிக்க வேண்டும்.

பயன். பீச் கனியை உண்ணலாம். கனியிலிருந்து ஜெல்லி, மார்மலேடு, ஜாம் போன்றவற்றைச் செய்யலாம். கனி, காய்ச்சலைத் தணிக்கும். மூளைக்கு வலிமையைத் தரும். குருதியைச் செழிக்கச் செய்யும். தாகம், மூல நோய், வெண் குஷ்டம், பித்த மயக்கம், கபம், வாய் நாற்றம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இலைகளுக்கு வயிற்றுப்புழுக்களையும் பூச்சிகளையும் கொல்லும் தன்மை உண்டு. நீர்க்கோவைக்குப் பட்டை மிகவும் பயனாகும். ஐரோப்பாவில் பட்டையும் இலையும், சிறுநீரைப் பெருக்கும் பொருளாகவும் கபத்தை வெளிக்கொணரும் மருந்தாகவும் பயனாகின்றன. இருமல், கக்குவான் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்தவும் பயனாகும். இலைச் சாற்றை மாதவிடாய் உண்டாகாத பெண்களுக்குத் தரலாம். இருமல், குருதிநோய், வாதநோய் ஆகியவற்றை கொட்டை போக்கும். கொட்டையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் கருச்சிதைவுக்கும் மூலநோய், செவிடு, காதுவலி, குழந்தைக்கு உண்டாகும் வயிற்றுவலி ஆகியவற்றுக்கும் உதவுகிறது. பருப்பிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய், ஆப்ரிகாட் எண்ணெய் போன்று பயன் படுத்தலாம். இது மருந்து தொழிற்சாலை, திண்பண்டம், கல்கண்டுத் தொழிற்சாலைகளில் பயனாகிறது. காட்வீவர் அ.க.15-36

எண்ணெய், ஆமணக்கு எண்ணெய் ஆகியவற்றின் சுவையை மறைக்கவும்-இது உதவுகிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பீட் கிழங்கு

பீட்ரூட் (beet root) என்னும் காய்கறிப் பயிரின் தாவரப் பெயர் பீட்டா வல்காரிஸ் (*Beta vulgaris*) என்பதாகும். இச்செடி சீனோபோடியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. 3ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்தே பீட் கிழங்கு ஒரு வேர்க் காய்கறியாகப் (root vegetable) பயன்பட்டு வருகிறது. ஜெர்மனியில் 1558ஆம் ஆண்டிலிருந்தும் இங்கிலாந்தில் 1576ஆம் ஆண்டிலிருந்தும் பீட்கிழங்கு சாகுபடியாகி வருகிறது. தொன்றுதொட்டே ரோம், கிரீஸ் போன்ற நாடுகளில் பீட்கிழங்கு பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. அந்நாளில் இதன் இலைகளையே உணவாகப் பயன்படுத்தி வந்தனர். அப்போதிருந்த வகைகளில் வேர்க்கிழங்குகள் மஞ்சள் கிழங்கைப் (carrot) போல் நீண்டு கம்பு போன்று இருந்துள்ளன. இதன் தாயகம் ஐரோப்பா, மேற்கு ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா போன்றவற்றைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

வளரியல்பு. இது பெரும்பாலும் இருபருவத் தாவரமாகும். இதன் வேர்கள் உப்பித் தண்டின் சந்திப்பில் கிழங்காக உண்டாகின்றன. இதன் இலைகள் முட்டை அல்லது இதய வடிவமானவை. அடர் பச்சை அல்லது சிவப்பு நிற இலைகள் பெரும்பாலும் ரோசட் (rosette) அமைப்பில் உண்டாகியிருக்கும். மஞ்சரி சிறிய 3 அல்லது 4 பூக்களுடைய சைம்களாக தூவியில் (spike) உண்டாகியிருக்கும். ஐந்து பூவிதழ்களும் (perianth) கனி முற்றியதும் அதன் அடியில் தனித்துக் காணப்படும். மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்து. வட்டத்திட்டில் சூலகப்பை பதிந்திருக்கும். சூலகமுடிகள் மூன்று; 2 - 6 கனிகள் ஒன்றாக ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இச்செடி காற்று மூலம் மகரந்தச் சேர்க்கையடைகிறது. பீட் கிழங்கு அடர் சிவப்பு நிறத்தில் உருண்டையாகக் காணப்படும். இதன் விதைகள் சாதாரணமாக 5 - 6 ஆண்டுகள் முளைப்புத் திறனுடன் இருக்கும். உண்மையான விதைகள் சிறியவை. இவை சிறுநீரக வடிவிலும், பழுப்பு நிறத்திலும் காணப்படும்.

சாகுபடி முறை. மற்றநாடுகளிலிருந்து இந்தியாவிற்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட காய்கறிகளில் பீட் கிழங்கும் ஒன்று. குளிக்காலப் பயிரான இதைச் சற்று வெப்பம் மிகுந்த



பீட்கிழங்கு (Beta vulgaris)

காலங்களிலும் சாகுபடி செய்யலாம். குளிர் பருவத்தில் கிழங்குகள் சற்றுக் கூடுதலான சர்க்கரையுடன் இருக்கும். பயிரின் முதிர்ச்சி, விதைப் பிடிப்பு போன்றவை பெரும்பாலும் பயிரின் சாகுபடி காலத்தில் நிலவுகின்ற வெப்பநிலையைப் பொருத்து மாறுபடும். எ-டு: வெப்ப அளவு  $10^{\circ}\text{C}$  க்குக் குறைவாக இருப்பின் செடியில் உற்பத்தியாகும் கிழங்குகள் விற்பனைக்கு ஏற்ற அளவிற்குப் பருக்காமல் பூத்துக் காய்க்கத்

தொடங்கும். பீட்டரூட் ஒரு வகை வேர்க் கிழங்கு என்பதால் சாகுபடி செய்யப்படும் நிலத்தின் மண் தளர்வாக இருத்தல் வேண்டும். கார - அமிலநிலை 5.8 - 7.0 இருத்தல் இப்பயிருக்கு மிகவும் ஏற்றது. அமில நிலத்தில் கிழங்குகள் நன்கு உற்பத்தியாவதில்லை. மணல் கலந்த நிலத்தில் கிழங்குகள் செழித்து வளரும்.



சமவெளியில் ஆகஸ்டு - டிசம்பரிலும் மலைப் பகுதிகளில் மார்ச் - ஜூலைமீயிலும் இதைச் சாகுபடிச் செய்யலாம். சில ஐரோப்பிய வகைகளைச் செட்டம்பர் - நவம்பரில் பயிரிடலாம். நிலத்தை 4 அல்லது 5 முறை நன்கு உழுது ஹெக்டேருக்கு 25 டன் தொழு உரமிட்டுப் பண்படுத்தி 30 செ.மீ. இடைவெளியில் பயிர்கள் அமைக்க வேண்டும். விதைகளைப் பாரில் 10 செ.மீ. இடைவெளியில் ஊன்றலாம். ஹெக்டேருக்கு 5 - 6 கி.கி. விதை போதுமானது. ஹெக்டேருக்கு 60 கி.கி. தழைச்சத்து, 160 கி.கி. மணிச்சத்து, 100 கி.கி. சாம்பல் சத்து அடியுமாகவும் 60 கி.கி. தழைச்சத்து விதைத்த 30 ஆம் நாள் மேலுரமாகவும் இடப்படும்போது விதைகள் 10 நாள்களில் முளைக்கின்றன. பீட் கிழங்குச் செடியின் விதையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட செடிகள் தோன்றும். எனவே விதைத்த 20ஆம் நாள் ஒரு செடியை மட்டும் விட்டுவிட்டு மற்றவற்றைக் களைந்து விட வேண்டும். விதைத்த உடனேயும், வாரத்திற்கு ஒரு முறையும் நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். கிழங்குகளை அறுவடை செய்வதற்கு முன்பு குறைவாக நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். நிலத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை களையெடுக்க வேண்டும். இதனால் கிழங்குகள் பெரியவையாக வளரும்.

ஒன்று அல்லது இரண்டு முறை கிழங்குகளுக்கு மண் அணைத்தல் வேண்டும். நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த கிழங்குகளை அறுவடை செய்ய வேண்டும். ஒரு ஹெக்டேரில் 120 நாள்கள் வயதுடைய பயிரிலிருந்து 20 - 25 டன் கிழங்குகளைப் பெறலாம். இந்தியாவில் பீட் கிழங்கு பயிருக்கான விதைகள் ஏறக்குறைய 1300மீ. உயரத்திற்கு மேலுள்ள மலைப் பகுதிகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

பீட்ருட் கீரைக்குப் பாலக்கீரை, பாலக் (palak), ஊசவலிக்கீரை என்னும் பெயரும் உண்டு. கீரைக்காகச் சாகுபடி செய்தால் ஹெக்டேருக்கு 20 - 25 கி.கி. விதையளவைப் பயன்படுத்த வேண்டும். விதைகளை ஊன்ற 30 x 15 செ.மீ. இடைவெளி வேண்டும். பாத்திகளில் வளர்க்கப்படும் இக்கீரையை விதைத்த 30 - 35 நாள்களில் முதல் அறுவடை செய்யலாம். இதன் வயது மூன்று மாதங்களாகும். தொடர்ந்து 15 - 20 நாள்கள் இடைவெளியில் நான்கைந்து முறை அறுவடை செய்யலாம்.

**வகை.** வேர்க்கிழங்கின் வடிவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு பீட் கிழங்கு வகைகள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை தட்டை, குட்டையான பம்பரம், ஆரஞ்சுப் பழவடிவம் முதல் உருண்டை, உருண்டை வடிவம் முதல் முட்டை வடிவம் வரை வேறுபடும். இந்தியாவில் பெரும்பாலும் கிரிம்சன் குளோப் அ.ச.15-36அ]

(crimson globe), டெட்ராய்ட் டார்க் ரெட் (detroid dark red) போன்ற வகைகள் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன. இவ்வகைக் கிழங்குகள் உருண்டை முதல் முட்டை வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன.

**பூச்சிகளும் நோய்களும்.** பீட் இலைகளைத் துளைக்கும் புழுக்களும் தத்து வண்டுகளும் (flea beetle) அழிவை விளைவிக்கின்றன. இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.1% மாலத்தியான் பூச்சிகொல்லியைத் தெளிக்க வேண்டும். நோய்களுள் செர்க்கோஸ்போரா பெட்டிகோலா (Cercospora beticola) என்னும் இலைப்புள்ளி நோயும் ரைசோக்டோனியா என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்தும் வேரழுகல் நோயும் குறிப்பிடத் தகுந்தவை. இலைப்புள்ளி நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.2% மேன்கோசெப் பூசணக்கொல்லியை இலை மீது தெளிக்க வேண்டும். வேரழுகல் நோயைக் கட்டுப்படுத்த நோயில்லாத பயிர்களைப் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்க்க வேண்டும். இப்பூசணத்தால் தாக்கப்படும் உருளைக்கிழங்கு, தக்காளி போன்றவற்றைப் பீட் கிழங்கு பயிருடனோ பயிர்ச் சுழற்சியிலோ சேர்க்கக் கூடாது. போரான் என்னும் நுண்ணுரட்டச்சத்துப் பற்றாக்குறையும் பீட்ருட்டில் காணப்படுகிறது. இந்நிலையில் கிழங்கின் பகுதி கறுப்பு நிறமாயிருக்கும். அதில் திசுக்கள் கடினமாகவும் கறுப்பு நிறப் புள்ளிகளுடனும் இருக்கும். பற்றாக்குறையுள்ள இளம் இலைகள் பட்டை போன்றிருக்கும். இலைகள் உருவம் மாறியும் இருக்கும். பெரும்பாலான இளம் இலைகளும், சில சமயங்களில் முதிர்ந்த இலைகளும் சிவப்பு நிறமாயிருக்கும். போரான் பற்றாக்குறை பெரும்பாலும் மணற்பாங்கான நிலத்தில் மிகுதியாகத் தோன்றுகிறது. போரான் பற்றாக்குறை வகைக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. எ - டு: கிராஸ்பி ஈஜிப்ஷியன் (crosby Egyptian) என்னும் வகையில் ஓரளவு பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் தோன்றும். ஃபிளாட் ஈஜிப்ஷியன் (flat Egyptian) என்னும் வகையே போரான் பற்றாக்குறையால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. லாங் டார்க் பிளட் (long dark blood) என்னும் வகை போரான் பற்றாக்குறைக்கு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டுள்ளது. ஹெக்டேருக்கு 10 கி.கி. அளவில் மண்ணில் போராக்கஸ் இட்டுப் போரான் பற்றாக்குறையை நீக்கலாம்.

**பயன்.** பீட்கிழங்கும் கீரையும் சமைத்து உண்ணப் படுகின்றன. கிழங்குகளை ஊறுகாய் செய்தும் டப்பாவில் அடைத்துச் சேமித்தும் பயன்படுத்துவதுண்டு. பீட் கிழங்கின் மேல் தோலைச் சீவிவிட்டுச் சதைப்பகுதிகளைச் சிறு சிறு துண்டுகளாக்கிப் பொரியல் செய்யலாம். இதைக் காய்கறிச் சோற்றில் சேர்ப்பது வழக்கம்.

இலைகள் மாடுகளுக்கு உணவாகின்றன. இலைச்சாற்றுடன் சிறிதளவு எலுமிச்சைப் பழச் சாற்றைக் கலந்து அருந்த குடல்புண், மூலநோயினால் குருதி வெளிவருதல் போன்றவை குணமாகும். மஞ்சள் காமாலை நோய்க்கு நாள்தோறும் இதனை அருந்தி வரலாம். தலையில் பொடுகு, மயிர் உதிர்தல் ஆகியவற்றுக்கு இதன் இலைச்சாற்றைத் தடவிவருதல் நல்லது. மேலும் இதனை இயற்கை எருவாகவும் பயன்படுத்துவர்.

பீட்கிழங்கைச் சமைத்துண்ண நரம்புகளுக்கு வலிமை கிடைக்கும். குருதி அழுத்தம் உள்ளவர்களுக்கும் இது நல்லது. இக்கிழங்கினால் மலம் இளகி மலச்சிக்கல் போகும். இதனால் ஈரல், சிறுநீரகக் கோளாறுகள் குணமாகும். இரைப்பையில் நீடித்த புண் உள்ளவர்கள் பீட்கிழங்குச் சாறுடன் தேன் கலந்து காலையில் உணவுக்கு முன் உண்ணலாம். இத்துடன் எலுமிச்சம் பழச்சாற்றைக் கலந்து அருந்திவர வயிற்றுப்போக்கு, வாந்தி, குருதிச்சீத்பேதி குணமாகும். ஆறாத புண், தீப்புண், தேள்கடி ஆகியவற்றுக்கு காடிகலந்த பீட்கிழங்குச் சாற்றை தடவலாம்.

**சாகுபடி.** கிழங்குகள் நன்கு பருத்து வளருவதற்கு ஏற்ற தளர்வான மண் கலந்த நிலத்தில் பீட்ருட் பயிர் செய்யப்படுகிறது. அமில மிகை நிலத்தில் இது நன்கு வளர்வதில்லை. அமில - கார நிலை 5.0 - 5.8 இருத்தல் இதன் விளைச்சலில் உயர உதவும். பீட்ருட்டில் கிரிம்சன் குளோப், டெட்ரியோட் டார்க் ரெட், ரெட் பால் என்னும் வகைகள் 85 - 100 நாள்கள் வயதுடையவை. நிலத்தை நன்கு உழுது பயன்படுத்தி, ஹெக்டேருக்கு 20 டன் தொழுஉரம், 60 கி.கி. தழைச்சத்து, 160 கி.கி. மணச்சத்து, 100 கி.கி. சாம்பல் சத்து உரங்களை அடியுரமாயும் இட வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு 5 - 6 கி.கி. விதைகள் பயன்படுத்தலாம். விதைகள் 30 செ.மீ. இடைவெளியில் உள்ள பார்களில் 10 செ.மீ. இடைவெளியில் ஊன்றப்படுகின்றன. விதைத்த 20 நாள்களுக்குப் பின் தூருக்கு ஒரு செடி மட்டும் விட்டு மற்றவற்றைப் பிடுங்கிக் களைய வேண்டும். விதைத்த 30 ஆம் நாள் 60 கி.கி. தழைச்சத்து உரத்தை மேலுரமாக இடவேண்டும். விதைத்த உடனும் பின்பு 5 - 7 நாள்கள் இடைவெளியிலும் நீர்ப்பாசனம் செய்ய வேண்டும். கிழங்கு எடுக்கும்முன் சற்றுக் குறைவாக நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். களைகளை நீக்கி வயலைத் தூய்மையாக வைத்திருக்க வேண்டும். பின்னர் இருமுறை மண்ணைக் கிளறி விடவேண்டும். இரண்டாம் முறை கிளறியதும் செடிகளுக்கு மண் அணைக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் கிழங்கு நன்கு திரட்சியடைகிறது. முற்றிய வேர்க் கிழங்குகளைத்

தோண்டி எடுத்து அறுவடை செய்து தூய்மையாக்கி விற்பனை செய்யலாம். இதனால் ஹெக்டேருக்கு 20 - 25 டன் கிழங்குகள் கிடைக்கும். இந்தியாவில் ஏறக்குறைய 1200 மீ. உயரத்திற்கு மேல் உள்ள இடங்களில் விதை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பீட்ருட் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையுறும் செடி, கலப்பற்ற விதைகளை உற்பத்தி செய்ய வேண்டுமானால் ஒவ்வொரு வகைக்கும் இடையே போதிய இடைவெளி தந்து சாகுபடி செய்ய வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு 2000 கி.கி. விதைகளை செய்யலாம்.

**பூச்சி நோய்கள்.** பீட்ருட்டில் முட்டைக்கோஸ் துளைப்பான் (gabbage borer) என்னும் புழுவும், தத்து வண்டும் (flea beetle) அழிவு விளைவிக்கும் பூச்சிகளாகும். ஹெல்லுலா அண்டாலிஸ் (Hellula undalis) என்னும் பழுப்பு நிறப் புழுக்கள் தண்டு இலைக்காம்பு, இலை நரம்பு ஆகியவற்றைத் துளைத்து அழிக்கும். ஃ பில்லோட்ரெட்டா டௌன்சியை (Phyllotreta downsei) என்னும் சிறிய நீலம் கலந்த கறுப்பு நிறத் தத்து வண்டு இலைகளில் துளைகளை உண்டாக்கும். இவ்விரு பூச்சிகளையும் 0.1% மாலத்தியான் பூச்சிகொல்லியைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பீட்ருட் இலைகளில் வட்ட வடிவமான 3 - 5 மி.மீ. குறுக்களவுள்ள சாம்பல் நிறப் புள்ளிகளைச் சேர்க்கோஸ் போரா பெட்டிக்கோலா என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகிறது. முதலில் செடியின் முதிர்ந்த இலைகளில் தோன்றும் இதைப் பின்னர் மற்ற இலைகளிலும் காணலாம். இதைக் கட்டுப்படுத்த மேன்கோசெப் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு நான்கு முறை 2.5 கி.கி அளவில் நீரில் கரைத்து 10 நாள்கள் இடைவெளியில் 3 அல்லது 4 முறை தெளிக்க வேண்டும். செர்க்கோபின், கார்பெண்டசிட் போன்ற ஊடுருவிச் செல்லும் மருந்துகளை ஹெக்டேருக்கு 0.5 கி.கி. அளவில் 15 நாள்களுக்கு ஒரு முறை தெளித்தால் போதுமானது. பீட்ருட் பயிரில் தோன்றும் ரைசோக்டோனியா வேரழுகரல் நோயால் செடிகள் மடிந்து விடுகின்றன. இதைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு நோயுற்ற செடிகளைச் களைந்தழித்த பின் அவற்றிற்கு அருகிலுள்ள செடிகளைச் சுற்றியுள்ள வேர்ப் பகுதி மண்ணில் 0.25% தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு மருந்துக் கரைசலை ஊற்ற வேண்டும். பீட்ருட் பயிருக்குப் போரான் சற்று மிகுதியாகத் தேவைப்படுகிறது. போரானின் பற்றாக்குறையால் இளம் இலைகள் சரியாக உருவாவதில்லை. இதனால் இலை சிறுத்து மலர்ந்து விடும். உறங்கு நிலை மொட்டுகள் இறந்து விடுகின்றன. கிழங்கில் கரும்புள்ளி, உலர் அழுகல் ஆகியன தோன்றுகின்றன. இப்பற்றாக் குறையைப் போக்குவதற்கு ஹெக்டேருக்கு 50 - 137.5 கி.கி.

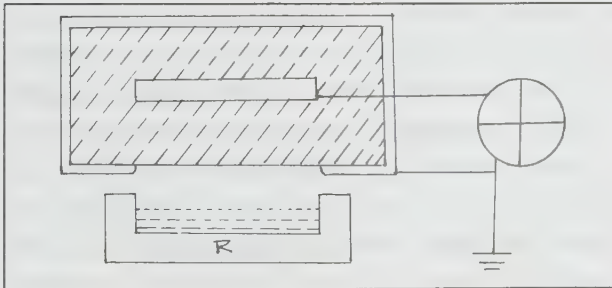


போராக்ஸ் உப்பை ஏனைய உரங்களுடன் கலந்து இடுதல் வேண்டும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பீட்டாக் கதிர்கள்

கதிரியக்கத் தனிமங்களிலிருந்து மூலகைக் கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவை ஹீலிய அணுக்கருக்களான ஆல்ஃபாத் துகள்கள் கொண்ட கதிர், எலெக்ட்ரான்கள் அடங்கிய பீட்டாக் கதிர், மிகக் குறைந்த அலைநீளமுள்ள உயர் ஆற்றல் மின்காந்தக் கதிர்களான காமாக் கதிர் என்பன. இவற்றில் பீட்டாக் கதிர்கள் எதிரின் மின் கொண்டவை என்பதை அவை காந்தப்புலங்களால் வளைக்கப்படுகிற திசையிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். பல ஆய்வுகள் அவை எதிரின் மின்னுள்ள துகள்கள் என்பதை மெய்ப்பித்திருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கியூரி அம்மையார், ஓர் ஆய்வில் ஒரு ரேடிய உப்பிலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்களைப் பார்வையின் போன்ற மின் கடத்தாப் பொருளால் மூடப்பட்ட ஓர் உலோகத் தகட்டின் மேல் விழச் செய்தார். மின் கடவாப் பொருள் பீட்டாக் கதிர்களைத் தவிர ஏனைய கதிர்கள் தகட்டை எட்டாமல் தடுத்து விட்டது. மேலும் மின்கடவாப் பொருளை ஒரு தரையிணைப்புப் பெற்ற உலோக உறையில் வைத்து மூடி அதையும் வெற்றிடத்தில் அமைத்தார். இவ்வாறு பாதுகாக்கப்பட்டிருந்த உலோகத் தகட்டை ஒரு மின் அளவியுடன் இணைத்தபோது அதில் எதிர்மின் ஏறிக் கொண்டிருப்பது தெரிந்தது.

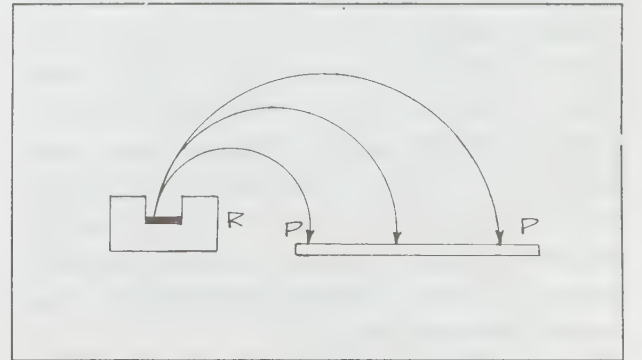


படம் 1. கியூரி அம்மையாரின் ஆய்வில் பீட்டாக் கதிர்கள் எதிர் மின்னுள்ளவை எனக் காட்டிய கருவி

காந்தப் புலங்களைச் செலுத்தும்போது பீட்டாக் கதிர்கள் ஆல்பாக் கதிர்களை விட மிக அதிகமான அளவுக்கு வளைவதிலிருந்து அவை ஆல்ஃபாத்துகள்களை விட மிகவும்

பீட்டாக் கதிர்கள் 565

எடை குறைந்தவையாக இருக்க வேண்டும் என்பது புலப்பட்டது. எனவே பீட்டாக் கதிர்களில், எதிர்மின்முனைக் கதிர்களில் உள்ளவை போன்ற உயர் வேக எலெக்ட்ரான்கள் அடங்கியிருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாயிற்று. ஆனால் பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பு எலெக்ட்ரானின்  $e/m$  மதிப்புக்குச் சமமாக உள்ளது என்பதை மெய்ப்பித்தால் மட்டுமே பீட்டாத்துகள் எலெக்ட்ரானே என்பதை உறுதி செய்ய முடியும். இம்முயற்சியில் பல இடையூறுகள் ஏற்பட்டன. ஏனெனில் பீட்டாத் துகள்களின் திசைவேகம் மிக அதிகமாயிருந்தது. ஒளியின் திசைவேகத்தில் 33-99.8% வரை வேகத்தை அவை பெற்றிருந்தன. மேலும் பீட்டா துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பு மாறிலியாக அமையாமல் திசைவேகம் அதிகரிக்கும் போது குறைந்தது. விரைந்து செல்லும் எலெக்ட்ரான்களைப் பற்றிய மின் காந்தக் கொள்கையின் மூலமாகவும் பொதுச் சார்பியல் கொள்கையின் மூலமாகவும் இதற்குத் தீர்வு காணப்பட்டுவிட்டது. பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்புகளைக் கண்டுபிடித்ததில் பெக்கரல் காப்மான், புச்சர் ஆகியோரின் ஆய்வுகள் முதன்மையானவை. பெக்கரலின் கருவியில் (படம் 2) ஒரு காரீயப் பளத்தில் ஒரு துளையிடப்பட்டு அதில் சிறிதளவு ரேடியம் வைக்கப்பட்டது. அதிலிருந்து வெளிப்பட்ட பீட்டாக் கதிர்களைத் தகுந்த துளைகள் மூலம் தனிப்படுத்தி மெல்லிய கற்றை உருவாக்கப்பட்டது. பின்னர் படத்தின் தளத்திற்குச் செங்குத்தான ஒரு காந்தப் புலம் அவற்றின் மேல் செலுத்தப்பட்டது. இதன் காரணமாக அவை ஏறத்தாழ அரை வட்டமான பாதைகளில் பயணம் செய்து அதன் முடிவில் ஓர் ஒளிப்படத் தகட்டின் மேல் விழுந்தன.



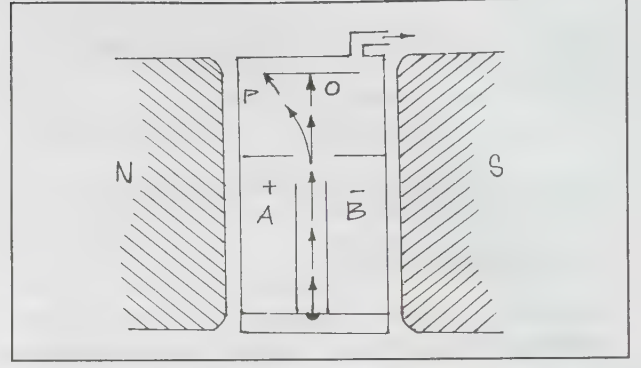
படம் 2. பெக்கரலின் கருவியமைப்பு

ஒளிப்படத் தகட்டில் காணப்பட்ட பதிவுகள் கூர்மையாக இல்லாமல் கலங்கிய பட்டையாகப் படர்ந்திருந்தன.

ஒளிப்படத் தகட்டின் மேல் காகிதம், கண்ணாடி, உலோகத் தகடுகள் போன்ற பல்வேறு உட்கவர் பொருள்களாலான மெல்லிய படலங்களை வைத்தபோது பட்டையின் அகலம் குறைந்தது. மேலும் அப்படலங்களின் உட்கவர் திறன் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் கதிரியக்க மூலத்திலிருந்து பட்டையின் தொலைவும் கூடிற்று.

பெக்கரல் இந்த ஆய்வு முடிவுகளுக்குப் பின்வருமாறு விளக்கம் அளித்தார். அனைத்து பீட்டாத் துகள்களும் சம நிறையும் மின்னும் கொண்டவை எனக் கொண்டால் பீட்டாக் கதிர்க் கற்றையில் பலவிதமான வேகங்களுடன் பாய்கிற துகள்கள் இருப்பதன் காரணமாகவே பட்டை வடிவமான பதிவு கிடைத்தது என்பது விளங்கும். அவற்றில் குறைந்த திசை வேகமுள்ளவை காந்தப் புலத்தால் பெரும் அளவில் வளைக்கப்பட்டுச் சிறிய அரைவட்டப் பாதைகளில் பயணம் செய்ன. திசைவேகம் மிகுந்தவை. பெரிய அரைவட்டப் பாதைகளில் சென்று மூலத்திலிருந்து நீண்ட தொலைவில் பதிவாயின. அவற்றின் ஆரம்  $r = mv/He$  என்னும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும். எனவே வெவ்வேறு திசைவேகத்தைக் கொண்ட துகள்கள் வெவ்வேறு ஆரமுள்ள பாதைகளில் பயணம் செய்து ஓர் அகலமான பட்டைப் பதிவை உண்டாக்கின. துகள்கள் ஒளிப்படத் தகட்டில் விழுவதற்கு முன்னால் பல உட்கவர் படலங்களின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டால் குறைந்த திசைவேகமுள்ள பீட்டாத் துகள்களில் சில, உட்கவர் பொருளின் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு உட்கவரப்பட்டு விடுகின்றன. இதனால் பதிவின் தன்மையும் தகுந்தாற் போல மாறுகிறது. படலத்தின் உட்கவர் தன்மை மிகுதியாக இருந்தால் வேகம் மிகுந்த பீட்டாத் துகள்கள் மட்டுமே அதைக் கடந்து வெளிவர முடியும். எனவே அவை மூலத்திலிருந்து நீண்ட தொலைவில் ஒளிப்படத் தகட்டில் பதிவாகும். இவ்வாறு பெக்கரல் பீட்டாக் கதிர்க் கற்றை பல்வேறு திசைவேகம் கொண்ட துகள்களைப் பெற்ற ஒரு கலவை என மெய்ப்பித்தார். அவருடைய ஆய்வுக் கருவி மிக எளியதாயும் செம்மையற்றதாயும் இருந்தமையால் அவரால்  $e/m$ -க்கு ஒரு தோராயமான மதிப்பையே கண்டுபிடிக்க முடிந்தது. ஆனாலும் அது எதிர் மின்முனைக் கதிர்களுக்கான  $e/m$  மதிப்பின் வரிசையிலேயே உள்ளது என்பதை அவர் கண்டுபிடித்தார்.

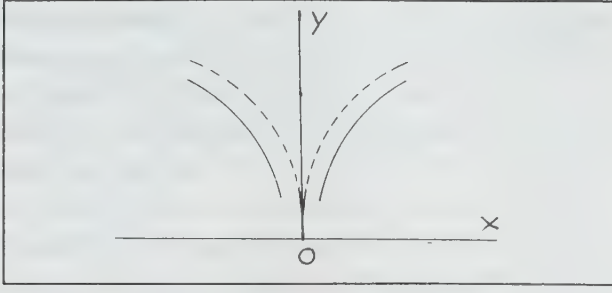
காப்ஃமன் பீட்டாத்துகள்களின் திசைவேகத்துடன் அவற்றின்  $e/m$  மதிப்பு மாறுவதை முதன்முறையாக உறுதிப்படுத்தினார். அவர் நேர் மின் கதிர்களைப் (positive rays) பகுப்பாய்வு செய்ய ஜே.ஜே.தாம்சன் பயன்படுத்திய பரவளைய முறைபை ஒத்த வகையில் பீட்டாக் கதிர்களின்



படம் 3. காப்ஃமானின் கருவி

மேல் காந்தப்புலத்தையும் மின் புலத்தையும் ஒரே சமயத்தில் ஒரே திசையில் செலுத்தினார் (படம் 3). மிகவும் உயர்ந்த அளவில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஒரு கலத்தில், ஒரு தடித்த உலோகப் பளத்திலுள்ள குழியில் சிறிதளவு ரேடியம் புரோமைடு வைக்கப்பட்டது. அதிலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்கள் முதலில் A, B என்னும் இணையான தகடுகளுக்கு இடையில் சென்றன. அதன் பிறகு ஒரு தடித்த உலோகத் திரையிலிருந்து C என்னும் துளை வழியாக ஓர் ஒளிப்படத் தகட்டின் மேல் போய் விழுந்தன. A, B தகடுகளுக்கு இடையில் பல ஆயிரம் வோல்ட்டுகள் மின்னழுத்தத்தில் ஒரு நிலை மின் புலம் நிறுவப்பட்டது. இந்த முழு அமைப்பும் ஒரு கீரான காந்தப் புலத்தில் அமைக்கப்பட்டிருந்தது. இந்தக் காந்தப்புலம், நிலை மின் புலத்தின் திசையிலேயே அமைந்திருக்கும். ரேடியம் புரோமைடிலிருந்து வெளிப்படும் எணையக் கதிர்கள் இந்தப் புலத்தால் பாதிக்கப்படாது. ஏனெனில் காமாக் கதிர்கள் காந்த மற்றும் மின் புலங்களால் வளைக்கப்படுவதில்லை. ஆல்பாத் துகள்களிலும் புலங்களின் விளைவு மிகக் குறைந்த திசை மாற்றங்களையே உண்டாக்கியது. எனவே இக்கதிர்கள் ஏறத்தாழ நேர்திசையில் சென்று ஒளிப்படத் தகட்டில் O என்னும் புள்ளியில் விழுந்தன. இதற்கு மாறாக நிலை மின்புலம் பீட்டாத்துகள்களை நேர்மின் தகட்டை நோக்கி இழுத்தது. அவை தகடுகளுக்கு இடையிலுள்ள பகுதியை கடக்கும் போது பரவளையப் பாதையில் சென்றன. அப்பகுதியைக் கடந்ததும் அவற்றின் பாதை நேர்கோடாகி விட்டது. இப்போது காந்தப் புலம் பீட்டாத் துகள்களைத் தன் திசைக்குச் செங்குத்தான தளத்தில் உள்ள வட்டமான பாதைகளில் செலுத்தியது. அத்தளம் நிலைமின் புலத்தால் உண்டான திசை மாற்றத்துக்கும் செங்குத்தாக இருக்கும்.



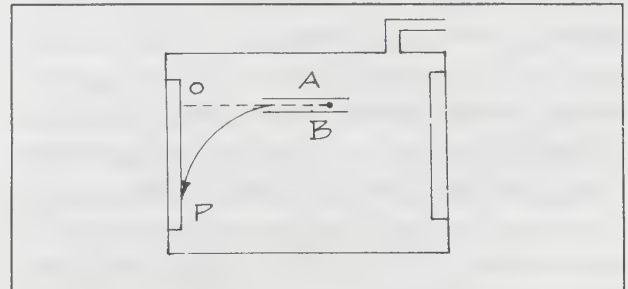


படம் 4. காப்ஃமானின் கருவியில் கிடைத்த பீட்டாத் துகள் பதிவுகள்

நிலை மின் புலத்தால் ஏற்பட்ட விலக்கம்  $mV^2$ க்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும், காந்தப் புலத்தால் ஏற்பட்ட விலக்கம்  $mV$ -க்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருக்கும். இவ்விலக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளில் ஏற்படும். பீட்டாத் துகள்களின் திசைவேகங்கள் தொடர்ந்து மாறுபடையாக இருந்தால் ஒளிப்படத் தகட்டில் ஒரு பரவளையக் கோடு பதிவாகும் (படம் 4). அக்கோட்டிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகமுள்ள பீட்டாக் கதிர்களைக் குறிக்கும். அப்புள்ளிகளின் ஆயங்களை அளந்து தாம்சனின் நேர் மின் கதிர்களுக்குச் செய்வதைப் போலவே பீட்டாத் துகள்களின் திசைவேகம்,  $e/m$  ஆகிய மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுவிடலாம். காப்ஃமன் ஆய்வில் நிலைமின் புலத்தையோ காந்தப்புலத்தையோ நேர் எதிர்த் திசையில் செலுத்தி ஒளிப்படத் தகட்டில் மற்றுமொரு கோட்டைப் பதிவாகும்படிச் செய்தார். அது முதல் கோட்டை ஒத்த பிம்பமாக அச்சின் மறுபக்கத்தில் உருவாயிற்று. அனைத்துத் திசைவேகங்கள் உள்ள துகள்களுக்கும்  $e/m$  மதிப்பு மாறாமல் இருந்தால் படத்தில் புள்ளிக் கோடுகளால் காட்டப்பட்ட பரவளையங்கள் கிடைத்திருக்கும். ஆனால் உண்மையில் கிடைத்த பரவளையங்கள் இடம் மாறியிருந்தன. இதிலிருந்து பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பு மாறிலியன்று என்பதும் திசைவேகம் கூடும்போது  $e/m$  மதிப்பு குறைகிறது என்பதும் புலனாகும். திசைவேகம் மாறும்போது பீட்டாத் துகள்களின் மின்  $e$  மாறவில்லை எனக் கொண்டால் அவற்றின் திசைவேகம் மிகும்போது நிறையும் கூடுவதாகத் தெரிகிறது. இந்த உண்மையை லாரன்ட்ஸ் முன்னரே ஊகித்துக் கூறிவிட்டார். ஜே.ஜே. தாம்சன் எலெக்ட்ரானை  $a$  என்னும் ஆரமுள்ள ஒரு சீராக மின்னேற்றப்பட்ட கோளமாக கருதி அது  $V$  என்னும் சீரான திசைவேகத்துடன் ஒரு நேர்கோட்டில் செல்வதாக வைத்துக் கொண்டு அதன் நிறை முழுக்க முழுக்க அதன் மின்னினால் ஏற்படுவது என்று காட்டியிருக்கிறார்.

எலெக்ட்ரானின் இந்த மின் காந்த நிறை  $2e^2/3a$  என்ற அளவுக்குச்சமம் எனவும் அவர் காட்டினார். இக்கருத்து எலெக்ட்ரானின் திசைவேகம் ஒளியின் திசைவேகத்தைவிட மிகவும் குறைவாக இருக்கும் போது மட்டுமே பொருத்தமாயிருக்கும்.

லாரன்ட்ஸ் எலெக்ட்ரானின் திசைவேகம் ஒளியின் திசைவேகத்தை அணுகும்போது அதன் நிறை, ஓய்வு நிறையான  $m_0$ -இலிருந்து  $m_0/\sqrt{1-v^2/c^2}$  ஆக அதிகரித்து விடுகிறது எனக் காட்டினார். இவ்வாறு எலெக்ட்ரானின் திசைவேகம் மிகும்போது அதன் மின் காந்த நிறையும் அதிகரிக்க வேண்டும். இறுதியாக ஐன்ஸ்டீன் தம் சார்பியல் கொள்கையின் மூலம் அனைத்து வகையான நிறைகளுமே மேற்காணும் உறவின்படி திசைவேகத்துடன் அதிகரிக்கின்றன என்று மெய்பித்தார். சாதாரணமான வேகங்களில்  $v^2/c^2$  மிகச் சிறியதாகி விடுவதால்  $m$ ,  $m_0$ -க்குச் சமமாகவே இருக்கும். காப்மானின் ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட பீட்டாத் துகள்கள் ஏறத்தாழ ஒளியின் திசைவேகத்திற்கு நெருங்கிய திசைவேகத்துடன் பயணம் செய்வதால் அவற்றின்  $e/m$  மதிப்பு திசைவேகம் மிகும்போது குறையவே செய்யும். எதிர் மின்முனைக் கதிர்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் மிகக் குறைவான படியால் அவற்றின்  $e/m$  மதிப்பு மாறிலியாகவே இருக்கும். பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பு, திசைவேகம் மிகும்போது ஐன்ஸ்டீனின் சமன்பாட்டுக்கு ஒத்த வகையில் குறைவதாகக் காட்ட முடிந்தால் அவை எலெக்ட்ரான்களே என்பது உறுதியாகி விடும். ஆனால் காப்மானின் ஆய்வுகள் திசைவேகம் மிகும்போது  $e/m$  மதிப்பு குறைவதாகக் காட்டினாலும், ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டுக்குப் பொருந்தும் அளவில் துல்லியமாக இல்லை.



படம் 5. புச்சரரின் கருவி

புச்சரர் பெயன்பிரிட்ஜ் திசைவேகத் தேர்வி (Bainbridge velocity selector) நிறைமாலை அளவியின் தத்துவத்தைப்

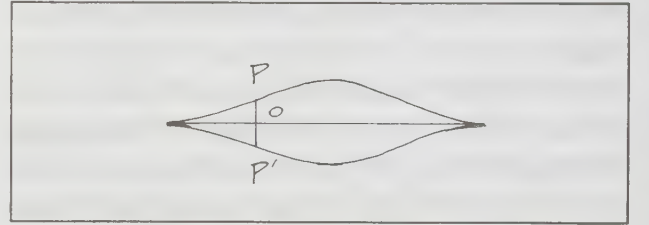
பயன்படுத்தி ஓர் ஆய்வுக் கருவியை அமைத்தார். அதில் முதலில் பீட்டாத் துகள்கள் அவற்றின் திசைவேகத்திற்கு ஏற்றபடி காந்தப்புலத்தாலும் மின்புலத்தாலும் பிரிக்கப் படுகின்றன. அதன் பிறகு காந்தப்புலத்தை மட்டும் செலுத்தி அவை வெவ்வேறு ஆரங்களுள்ள வட்டமான பாதைகளில் செலுத்தப்படும். இறுதியில் அவை ஓர் ஒளிப்படத் தகட்டில் பதிவாகும். அதிலிருந்து வெவ்வேறு திசைவேகம் கொண்ட துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பைக் கணக்கிட்டுவிடலாம். அவரின் கருவியமைப்பு படம் 5இல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. A, B என்னும் இரண்டு வட்டமான தகடுகளுக்கு இடையில் பீட்டாக் கதிர்களை வெளியிடும் ரேடியம் புளோரைடு துணுக்கு ஒன்று வைக்கப்பட்டது. அந்த வட்டத்தகடுகளுடன் ஓர்ச்சாக அமையும் வகையில் ஓர் உருளை வடிவ ஒளிப்படத் தகடு பொருத்தப்பட்டது. இந்த அமைப்பு வெற்றிடமாக்கப் பட்ட கலத்தி் வைக்கப்பட்டிருந்தது. வட்டத் தகடுகளுக்கு இடையில் உயர்ந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டை ஏற்படுத்தி ஒரு மின்புலம் உண்டாக்கப்பட்டது. அத்துடன் வட்டத் தகடுகளின் தளத்திற்கு இணையாக ஒரு சீரான காந்தப்புலம் கருவி முழுவதிலும் பரவியிருந்தது. வட்டத் தகடுகளின் மையப் புள்ளியிலிருந்து ஆரத் திசைகளில் வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்களின் மேல் இவ்வாறு மின்புலம் காரணமாகவும், காந்தப்புலம் காரணமாகவும் இரு விசைகள் செயல்பட்டன. தட்டுகள் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாக உள்ளமையால் பீட்டாக் கதிர்களின் மேல் மின்புலத்தால் செலுத்தப்படும் விசையும் காந்தப் புலத்தால் ஏற்படும் விசையும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவும் நேர் எதிரான திசைகளிலும் அமைந்திருந்தால் மட்டுமே அவை தட்டிலிருந்து வெளியேறி ஒளிப்படத் தகட்டில் பதிவாக முடியும். மேலும் பீட்டாத் துகள்கள் தகடுகளின் விளிம்புகளின் அனைத்துப் புள்ளிகளிலிருந்தும் வெளிப்படுவதால், அவை காந்தப் புலத்திற்கு வெவ்வேறு கோணங்களில் சாய்ந்த திசைகளில் வெளிவரும். வெவ்வேறு திசைவேகமுள்ள துகள்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் வெளிப்படும். காந்தப் புலத்திற்கு  $\theta$  கோணத்தில் சாய்ந்துள்ள திசையில் V என்னும் திசை வேகத்துடன் ஒரு பீட்டாத் துகள் வெளிவருவதாகக் கொள்ளலாம். அது வட்டத் தகடுகளிலிருந்து வெளிப்பட வேண்டுமானால்  $Xe = Hev \sin \theta$  ஆக இருக்க வேண்டும். அதாவது  $v = X/H \sin \theta$ .

இதில் Xe என்பது மின்புலத்தின் காரணமாகப் பீட்டாத் துகளின் மேல் ஒரு திசையில் செயல்படும் விசை.  $Hev \sin \theta$  என்பது காந்தப்புலத்தின் காரணமாக எதிர்த் திசையில் செயல்படும் விசை. எனவே  $v$  என்னும் திசைவேகமுள்ள

துகள்கள் மட்டுமே  $\theta$  என்னும் கோணத் திசையில் வெளிவரும். வேறுபட்ட திசைவேகமுள்ள ஒரு துகள் அந்த திசையில் வர முயலுமானால் மேல் நாக்கியோ கீழ் நோக்கியோ தள்ளப்பட்டுத் தகடுகளில் சிக்கிக் கொண்டு விடும்.  $\theta$  என்னும் கோணத்திசையில் வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்களை வேறு புலங்கள் தாக்காமலிருந்தால் அவை வெளிப்பட்ட திசையிலேயே நேராகச் சென்று ஒளிப்படத் தகட்டில் O என்னும் புள்ளியில் விழுந்து பதிவாகும். ஆனால் அவற்றின் மேல் H என்ற காந்தப்புலம் செலுத்தப்படுவதால் அவை வட்டமான பாதையில் சென்று P என்னும் புள்ளியில் விழுகின்றன. OP என்னும் தொலைவை அளந்து கொண்டு பின்வரும் சமன்பாட்டின் உதவியால்  $e/m$  மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{e}{m} = \frac{OP \cdot 2V}{a^2 H \sin \theta}$$

வட்டத் தகடுகளிலிருந்து வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்கள் வெவ்வேறு திசை வேகங்களைக் கொண்டிருப்பதால் அவை வெவ்வேறு திசைகளில் வெளிப்படுகின்றன. இவை ஒளிப்படத் தகட்டில் படம் 6இல் காட்டியவாறு ஒரு கோட்டை உண்டாக்குகின்றன. புச்சரின் பல ஆய்வுகளில்  $X/H$  மதிப்பு  $c/2$  ஆக இருந்தது. c என்பது ஒளியின் திசைவேகம் எனவே  $c/v = 2 \sin \theta$ ,  $v = c$  எனில்  $Q = 30$  பாகை அல்லது  $150$  பாகை ஆக இருக்கும்.  $v$  ஒளியின் திசை வேகத்தை விடக் கூடுதலாக இருக்க முடியாது. எனவே காந்தப் புலத்திற்கு  $30^\circ$ ல்  $150^\circ$  பாகை சாய்ந்து வெளிப்படும் துகள்கள் மட்டுமே ஒளிப்படத் தகட்டை எட்ட முடியும்.



படம் 6. புச்சரின் கருவியில் கிடைத்த ஒளிப்படப் பதிவு

$X$ ,  $H$  ஆகியவற்றின் திசைகளை நேர் மாறாக்கினால் ஒளிப்படத் தகட்டில் சமச்சீர்மையான இரண்டு கோடுகள் கிடைக்கும். அவை படம் 6இல் காட்டியுள்ளபடி அமையும்.  $P$ ,  $P'$  ஆகிய புள்ளிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகமுள்ள துகள்களின்  $e/m$  மதிப்புகளை அளிக்கும். அவற்றின் உதவியால் புச்சர்  $e/m_0$  மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டு அவை



மாறிலியாக இருப்பதையும் எதிர்மின்முனைக் கதிர்களுக்கான மதிப்புகளுடன் ஒத்திருப்பதையும் கண்டுபிடித்தார். இதன் மூலம் பீட்டாக் கதிர்களில் உள்ள துகள்கள் எலெக்ட்ரான்களே என்று உறுதி செய்யப்பட்டது. ஒளியின் திசைவேகத்தில் 98% வரை திசைவேகமுள்ள துகள்களுக்குக் கணக்கிடப்பட்ட நிறை அளவுகள் சார்பியல் தத்துவத்தின் நிறைச் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்தன. இதிலிருந்து சார்பியல் தத்துவமும் சரியானதே என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

பீட்டாத் துகள்களின் திசை வேகம். வெவ்வேறு கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வரும் ஆல்ஃபாத் துகள்களைப் போலவே பீட்டாத் துகள்களும் வெவ்வேறு திசைவேகத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் பீட்டாத் துகள்களின் திசைவேகம் ஆல்ஃபாத் துகள்களினுடையதை விடப் பலமடங்கு மிகுதி. ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்க மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்களும் பலவகையான திசைவேகத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவற்றின் திசைவேகம் ஆல்ஃபாத் துகள்களுக்கு உள்ளதைப் போலன்றிச் சிறும அளவிலிருந்து பெரும அளவு வரை தொடர்ச்சியாக உள்ளது. இதன் காரணமாகவே ஒரு கதிரியக்கப் பீட்டா உமிழியிலிருந்து வரும் பீட்டாக் கற்றை ஒரு காந்தப்புலத்தில் சீராகத் திசைமாற்றம் அடையாமல் ஒரு தொடர் மாலையாகப் பரவிவிடுகிறது. இத்தகைய தொடர்மாலைக்குச் சிறும வரம்பு உண்டா எனவும் சுழித் திசைவேகம் வரை தொடர்நிலை பரவியிருக்கிறதா எனவும் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை. ஆனால் தொடர்மாலையின் மேல் வரம்பை ஏற்றதாகச் சரியாக வரையறுக்க முடிகிறது.

பீட்டாத் துகள்கள் நிறை குறைந்தவையாக இருப்பதால் அவை பருப் பொருளுக்குள் நுழையும் போது எளிதாகச் சிதறிவிடகின்றன. அவை அணுக்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுடன் மோதி அயனியாக்கம் செய்யும் போது விரைவாகத் தம் திசைவேகத்தை இழந்து பெரிதும் திசைமாற்றமடைகின்றன. இந்நிகழ்வுகளை முகிற் கலங்களில் எளிதாகக் காண முடிகிறது. பீட்டாத் துகள்கள் அங்குமிங்கும் அலைக்கழிக்கப்படுவதால் அவற்றுக்கு நெடுக்கத்தை வரையறுக்க முடிவதில்லை. உட்கவர்தலும் சிதறலும் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கீடு செய்கின்றன. மேலும் பீட்டாக் கதிர்களின் ஆற்றல் மாலை சிக்கலாக அமைந்துள்ளமையும் கருதத்தக்கது. திசைவேகத்துடன் அவற்றின் நிறை மாறுவது பெரும் இடையூறாகும்.

இருப்பினும் பீட்டாக் கதிர்கள் உட்கவரப்படுவதைப் பற்றிப் பல ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. பீட்டாக் கதிர்கள் ஊடகங்களால் உட்கவரப்படும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட தடிமன் வரை ஓர் அடுக்குக் குறித் தன்மையிலான (exponential) உட்கவர்தல் காணப்படுகிறது. இது அவற்றின் தொடக்க ஆற்றல் பரவீடு, உட்கவர்தல் விளைவு ஆகியவற்றால் ஏற்பட்ட ஒரு தற்செயல் விளைவே. ஒரு சீரான தன்மையுள்ள பீட்டாக் கதிர்களை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் உட்கவர்தல் என்பது உண்மையில் அடுக்குக் குறி வடிவில் இல்லை என்றே காட்டுகின்றன. ஊடகத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவைக் கடந்ததும் பீட்டாத் துகள்களின் ஆற்றல் பெரிதும் குறைந்து அவற்றைக் கண்டுபிடிக்க முடியாமல் போகிறது. ஆனாலும் பீட்டாத் துகள்களின் ஊடுருவல் நெடுக்கம் ஆல்ஃபாத் துகள்களினுடையதை விட நூறு மடங்கு மிகுதி என்பதும் துகள்களின் திசைவேகத்துடன் அது விரைவாக அதிகரிக்கிறது என்பதும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அந்த நெடுக்கம் உட்கவரும் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கவில்லை.

பீட்டாத் துகள்களின் அயனியாக்கத் திறன் ஆல்ஃபாத் துகள்களினுடையதை விட மிகக் குறை வானது. ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதானத் திசைவேகத்திற்குக் கீழே அயனியாக்கம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் அதற்கு மேற்பட்ட திசைவேகங்களில் அயனியாக்கம் விரைந்து அதிகரித்து ஒரு பெரும மதிப்பை எட்டுகிறது. பெரும மதிப்பை எட்டிய பின்னர் திசைவேகம் அதிகரித்தாலும் அயனியாக்க அளவு குறைந்து ஒரு மாறிலியான மதிப்பை அடைகிறது. பீட்டாத் கதிர்கள் ஊடகங்களில் நுழைந்தவுடன் பல முறை சிதறுகின்றன. சிதறல் கோணம், துகளின் ஆற்றலின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருப்பதால் குறைந்த ஆற்றலுள்ள பீட்டாக் கதிர்கள் பெருமளவில் சிதறிவிடுகின்றன. பீட்டாக் கதிர்கள் எலெக்ட்ரான்களுடனோ, அணுக்கருக்களுடனோ மோதும் போது ஒற்றைச் சிதறல்களும் நிகழ்வதுண்டு. அப்போது பீட்டாத் துகள்களின் திசை 90 பாகை வரை திடீர் மாற்றம் அடைகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B.Rajam, Atomic Physics, Published by the author, Trichy, 1955.

## பீட்டாச் சார்பு

$m, n$  என்னும் மாறிகளின் நேர்ம மதிப்புகளுக்கு

$$\beta(m, n) = \int_0^1 x^{m-1} (1-x)^{n-1} dx \quad \text{ஆல்}$$

பீட்டாச் சார்பு (beta function) வரையறுக்கப்படுகிறது.

முடிவுள்ள (finite) இடைவெளியையும் வரம்பற்ற (unbounded) தொகைச் சார்பையும் கொண்ட தொகைகள் தகாத் தொகைகள் (improper integrals) எனப்படும். இவை முதல் வகை, இரண்டாம் வகை தகாத் தொகைகள் என இருவகையாகப் பிரிக்கப்படும். இவ்வகையில்

$$\int_0^1 x^{m-1} (1-x)^{n-1} dx$$

என்பது ஒரு தகாத் தொகையாகும். மேலும்  $m > 0, n > 0$  ஆக இருக்கும்போது இத்தகாத் தொகை அறவே குவியும் (absolutely convergent) தொகையாகும். இதன் விளைவாக பீட்டாச் சார்பு ஆய்லரின் முதல் தகாத் தொகை (Euler's first integral) எனவும் குறிக்கப்படுகிறது.

$$\beta(m, n) = \int_0^1 x^{m-1} (1-x)^{n-1} dx \quad \text{இல்}$$

$$x = 1 - y \quad \text{எனப் பிரதியிட்டால்}$$

$$\beta(m, n) = \int_0^1 (1-y)^{m-1} y^{n-1} dy$$

$$= \int_0^1 (y^{n-1} (1-y)^{m-1}) dy$$

$$= \beta(n, m) \quad \text{ஆகிறது.}$$

மேலும்  $x = 1/(1+y)$  எனப் பிரதியிட்டால்

$$\beta(m, n) = \int_0^{\infty} \frac{y^{n-1}}{(1+y)^{m+n}} dy \quad \text{எனவும்}$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{y^{m-1}}{(1+y)^{m+n}} dy \quad \text{எனவும் நிறுவலாம்.}$$

இவை பீட்டாச் சார்பின் பிறிதோர் அமைப்பாகும். இதேபோல்  $x = \cos^2 \theta$  எனவும்,  $x = \sin^2 \theta$  எனவும் தனித்தனியே பிரதியிட்டுக் கிடைக்கும்.

$$\beta(m, n) = 2 \int_0^{\pi/2} \sin^{2m-1} \theta \cos^{2n-1} \theta d\theta$$

$$= 2 \int_0^{\pi/2} \sin^{2n-1} \theta \cos^{2m-1} \theta d\theta$$

என்னும் சார்புகளும் பீட்டாச் சார்பின் வெவ்வேறு அமைப்புகளாகும்.  $R$  பீட்டாச் சார்பின் வெவ்வேறு அமைப்புகளாகும். பீட்டாச் சார்புகளின் பின்வரும் முதலாமை இயல்புகளை எளிய முறையில் நிறுவலாம்.

$$\beta(m, n) = \beta(m+1, n) + \beta(m, n+1)$$

$$\frac{\beta(m, n+1)}{n} = \frac{\beta(m+1, n)}{m} = \frac{\beta(m, n)}{m+n}$$

$$\text{இதிலிருந்து } \beta(m+1, n) = (m/n) \beta(m, n+1)$$

$$\beta(m, n) = (m+n/m) \beta(m+1, n) \quad \text{எனவும்} \\ = (m+n/m) \beta(m, n+1) \quad \text{எனவும் நிறுவலாம்.}$$

இதனையே

$$\beta(m, n+1) = (n/m+n) \beta(m, n)$$

என மாற்றி அதில்  $n = n-1$  எனப் பிரதியிட்டால்

$$\beta(m, n) = (n-1/m+n-1) \beta(m, n-1)$$

எனக் கிடைக்கும்.

தொடர்ந்து இவ்வாறு செய்யும்போது ' $n$ ' ஒரு நேர்ம முழு எண் (positive integer), ஆனால்

$$\beta(m, n) = \frac{(n-1)(n-2)\dots\dots\dots 2.1}{(m+n-1)(m+n-2)\dots\dots\dots(m+1).m} \\ = \frac{(n-1)!}{m(m+n)\dots\dots\dots(m+n-1)}$$

$m$  ஒரு நேர்ம முழு எண் ஆனால்

$$\beta(m, n) = \frac{(m-1)!}{n(n+1)\dots\dots\dots(n+m-1)}$$

என்றும் கணக்கிட முடியும்.

மேலும்  $m, n$  இரண்டுமே நேர்ம முழு எண்களானால்

$$\beta(m, n) = \frac{(m-1)!(n-1)!}{(m+n-1)!} \quad \text{ஆகும்.}$$

மேலே கூறிய சார்புகளானதும் முழுமையான பீட்டாச் சார்புகள் (complete beta function) எனப்படும். முழுமை பெறாத பீட்டாச் சார்பை  $\beta_1(m, n)$  என்னும் குறியீட்டால் குறித்து

$$m > 0, n > 0; 0 \leq z \leq 1 \quad \text{க்கு}$$

$$\beta_1(m, n) = \int_0^z x^{m-1} (1-x)^{n-1} dx \quad \text{எனவும்}$$



$$I_z(m, n) = \frac{\beta_z(m, n)}{\beta(m, n)}$$

என்று அதன் விதமும் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

$m > 0, n > 0$  மதிப்புகளுக்கு

$$\beta(m, n) = \frac{\gamma(m) \cdot \gamma(n)}{\gamma(m+n)}$$

எனப் பீட்டா, காமாச் சார்புகளின் தொடர்பு குறிக்கப்படுகிறது. (காண்க: காமாச்சார்பு).

பங்கஜம் கணேசன்

துணைநூல். Shanthinarayanan, *Integral Calculus*, S.Chand&Co., New Delhi, 1979. வை.செல்லமுத்து, ரீமன் தொகை கணிதம்; தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1973.

## பீட்டாச் சிதைவு

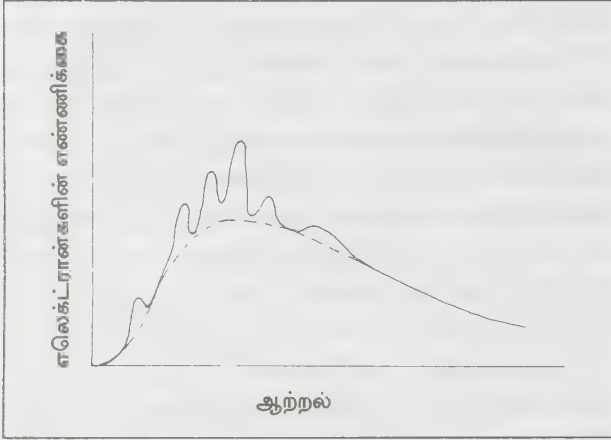
ஓர் அணுக்கரு பீட்டாத் துகளை உமிழ்ந்து ஓர் அணு எண் வேறுபாடுள்ள, ஆனால் அணு எடை மாறாத அடுத்த தனிம அணுக்கருவாக மாறுவது பீட்டாச் சிதைவு (beta decay) எனப்படும். தொடக்கத்தில் அணுக்கருவில் புரோட்டன்களும் எலெக்ட்ரான்களும் அடங்கியிருந்தன என்னும் கருத்து நிலவிய போது கதிரியக்க அணுக்கருக்களிலிருந்து பீட்டாத் துகள்கள் வெளிப்பட்டதை எளிதாக விளக்க முடிந்தது. ஏனெனில் கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் நிலையற்றவை. அவை அதிக நிலைப்பாடுள்ள நிலைகளை அடைய முயலும் போது எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடுவது இயற்கையே என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் அணுக்கருக்களில் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் உள்ளனவாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது சிக்கல் எழுந்தது. அணுக்கருக்களில் பீட்டாத் துகள்கள் தனிப்பட்ட நிலையில் இல்லை என்பதும் அவை வெளிவருவதற்குச் சற்று முன்னரே அணுக்கருவில் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்பதும் இப்போது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கும் கருத்துக்கள் ஆகும்.

அணுக்கருவுக்குள் நியூட்ரான்கள் புரோட்டான் களாகவோ, புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்களாகவோ மாற்றம் அடையும் போது பீட்டாக் கதிர்கள் தோன்றுகின்றன என்று கருதப்படுகிறது. ஒரு நியூட்ரான் புரோட்டானாக மாறும் போது ஓர் எலெக்ட்ரான் வெளிப்படுகிறது. புரோட்டான் நியூட்ரானாக மாறும் செயலில் ஒரு பாசிட்ரான் வெளிப்படும். புரோட்டானும்

நியூட்ரானும் ஒரே நிறை மிக்க துகளின் இரு வெவ்வேறு குவாண்டம் நிலைகள் எனக் கொள்வது மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கும் எனத் தோன்றுகிறது. அவை ஒரு நிலையிலிருந்து வேறொரு நிலைக்கு மாறும் போது ஆற்றலை வெளியிடவோ, உட்கவரவோ செய்கின்றன. அதன் விளைவாக எதிர் மின் (எலெக்ட்ரான்) அல்லது நேர் மின் (பாசிட்ரான்) விடுவிக்கப்படுகிறது. இந்த எளிமையான ஆனால் சிறப்பான விளக்கம் பற்பல சிக்கலான, திறமை மிகுந்த கடும் உழைப்புத் தேவைப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பின்னரே உருவாயிற்று. அத்தகைய ஆய்வுகள் இன்னமும் முற்றுப் பெறவில்லை. இவ் விளக்கத்தை அடைவதற்கு முன்னால் இரண்டு சிக்கல்களைத் தீர்க்க வேண்டியிருந்தது. முதலாவது சிக்கல் பீட்டாத் துகள்களின் தன்மை காரணமாக எழுந்தது. பீட்டாத் துகள்கள் எலக்ட்ரான்களே ஆகும். அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்களைப் போன்றவையே பீட்டாத் துகள்களும், கதிரியக்கமுள்ள அணுக்கள் மற்ற சாதாரண அணுக்களைப் போலவே, ஒளி மின் விளைவு போன்ற செயல்முறைகளில் கதிர்வீச்சு படுவதன் காரணமாகத் தம்மைச் சுற்றி வரும் எலக்ட்ரான்களில் வெளிப்புறமாக இருப்பனவற்றை வெளியேற்றக் கூடும். அப்போது அணுக்கருவில் நடைபெறும் மாற்றங்களால் வெளியேறும் எலெக்ட்ரான்களுக்கும், ஒளியின் விளைவு போன்ற வெளிப்புற எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பாதிக்கும் நிகழ்வுகள் காரணமாக வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்களுக்கும் இடையில் குழப்பம் உண்டாகக் கூடும். ஏனெனில் எந்த விதத்தில் தோன்றினாலும் எலெக்ட்ரான்களின் நிறையும் மின்னும் வேறுபட்டிருப்பதில்லை. உண்மையில் கதிரியக்கத் தனிமங்களிலிருந்து இரு வகையான எலெக்ட்ரான்களும் கலந்தே வருகின்றன.

கதிரியக்கத் தனிமங்களிலிருந்து வெளிப்படும் உயர் அதிர்வெண் காமாக் கதிர்களில் ஒரு பகுதி அணுக்கருவுக்கு வெளியிலிருக்கும் எலெக்ட்ரான் அமைப்பினால் உட்கவரப்பட்டு அங்குள்ள ஒடு பாதைகளிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றக்கூடும். இந்தச் செயல்முறை காமாக் கதிர்களின் உள்ளிட மாற்றம் (internal conversion) எனப்படுகிறது. இது நிகழ்வது உண்மையே என்று ஆய்வுகள் காட்டியுள்ளன. மேலும் காமாக் கதிர்கள் வெவ்வேறு அதிர்வெண்கள் கொண்டவையாக இருந்தால், ஒவ்வோர் அதிர்வெண்ணும் அணுக்கருவைச் சுற்றியிருக்கும் எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகள், துணை சுற்றுப் பாதைகள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான அளவில் வெவ்வேறு திசைவேகங்களைக் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்ற முடியும். எனவே அணுக்கருவிலிருந்து வெளிப்படும் சிதைவு

எலெக்ட்ரான்களுடன் கூடவே தனித்தனியான சிறப்பியல்பு ஆற்றல்களைக் கொண்ட சிக்கலான பல கூறு எலெக்ட்ரான் குழுக்களும் வெளி வரும். அவற்றுக்கு இடையில் வேறுபாடு காண்பது கடினம். தொடக்கத்தில் உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்களும் அணுக்கருச் சிதைவிலிருந்து வெளிப்படுவனவாகவே கருதப்பட்டது. கவனத்துடன் உருவாக்கப்பட்ட ஆய்வு முறைகள் மூலமாகவே இரண்டு இனங்களையும் வேறுபடுத்திக் காண முடிந்தது.



படம் 1. பீட்டாச் சிதைவில் தொடர் நிறமாலையும் வரி நிறமாலையும்

ஹான், மெயிட்னர் ஆகியோர் காந்த மாலை அளவி முறையில் உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்களை ஆராய்ந்து அவை குழுக்களாகவே காணப்படுகின்றன என்றும் அணுக்கருச் சிதைவு எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு தொடர் ஆற்றல் மாலையைப் பெற்றிருக்கின்றன எனவும் காட்டினர். ஒரு கதிரியக்கப் பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்களை ஓர் ஒளிப்படத் தகட்டில் காந்த நிறை மாலையாகப் பதிவு செய்து பார்த்தால் அதில் குறிப்பிட்ட எல்லைகளுக்குப்பட்டு ஒரு தொடர்ச்சியான பின்னணிப் பதிவு காணப்படுகிறது. அது அணுக்கருச் சிதைவால் வெளிப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களால் உண்டாக்கப்படுவது. அதன் மேல் உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்களின் குழுக்கள் உண்டாக்கும் வரி நிறைமாலை மேற் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. சாட்விக் (Chadwick), காந்த நிறை மாலை அளவியில் ஒளிப்படத் தகட்டுக்குப் பதிலாக ஒரு கெய்கர் எண்ணியைப் பயன்படுத்தி ஒரு கதிரியக்கத் தோற்றவாயிலிருந்து வெளிப்படும் வெவ்வேறு ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடித்தார். அதன் மூலம் மொத்த உமிழ்வில் உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு

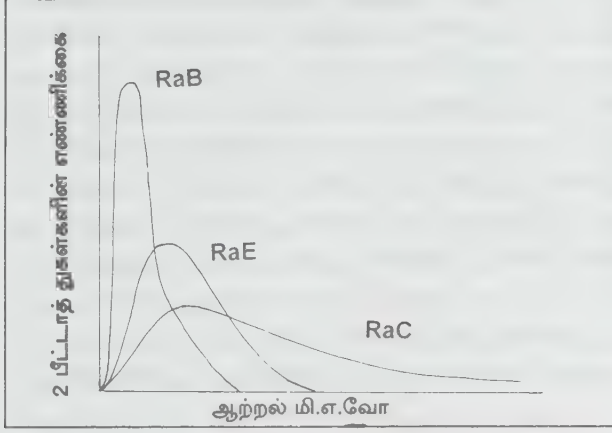
சிறிய பகுதியே என அவர் மெய்ப்பித்தார். அவருடைய ஆய்வுகளிலிருந்து படம் 1 இல் காட்டியுள்ளது போன்ற வரைகோடுகள் கிடைத்தன. அணுக்கருச் சிதைவால் தோன்றும் முதன்மைப் பீட்டாத் துகள்கள் புள்ளிக் கோட்டால் காட்டப்பட்ட ஒரு தொடர் மாலையை உண்டாக்குவதையும் அதன் பேரில் உள்ளிட மாற்றத்தால் உண்டாகும் துணைப் பீட்டாத் துகள்கள் சில கூரிய வரிகளை உண்டாக்குவதையும் இவ்வரைகோடுகள் காட்டுகின்றன. தொடர் மாலைப் பகுதியில் தொகையிடப்பட்ட மொத்தச் செறிவு, தனித்தனியான முகடுகளின் செறிவுகளின் கூட்டுத் தொகையை விட மிகவும் கூடுதலாக இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, RaB தனிமத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்களில் துணை எலெக்ட்ரான்களால் உண்டாக்கப்பட்ட செறிவு, மொத்த உமிழ்வு செறிவில் 30% மட்டுமே உள்ளது.

ருதர்போர்ட், ராபின்சன், ராபின்சன் ஆகியோர் காந்த நிறை மாலை அளவியில் ரேடான் அடங்கிய ஒரு சிறு குழாயைப் பொருத்தி அதை வெவ்வேறு உலோகங்களாலான மெல்லிய தகடுகளால் மூடினர். ரேடானிலிருந்து வெளிப்பட்ட காமாக் கதிர்கள் உலோகத் தகடுகளிலிருந்து துணை எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றின. ரேடானிலிருந்து வெளிப்பட்ட முதன்மை எலெக்ட்ரான்களில் பெரும் பகுதியைத் தடுத்து நிறுத்தும் அளவுக்கு உலோகத் தகடுகள் தடிமனாயிருந்தன. அவற்றில் உயர் வேகம் பெற்றிருக்கும் எலெக்ட்ரான்களையும் அவை சிதறடித்தன. அதனால் முதன்மை எலெக்ட்ரான் யாவும் ஒளிப்படக் தகட்டில் பதிவாகாமல் தடுக்கப்பட்டது. இதற்குப் பிறகும் ஒளிப்படக் தகட்டில் ஒரு குறிப்பான வரி மாலை பதிவாயிற்று. இதிலிருந்து வரி மாலையை உண்டாக்குபவை துணை எலெக்ட்ரான்களே யல்லாமல் முதன்மை எலெக்ட்ரான்கள் அல்ல என்பது உறுதி செய்யப்பட்டது.

குர்னி (Gurney) காந்த மாலை அளவியில் கெய்கர் எண்ணிக்குப் பதிலாக ஒரு ஃபாரடே உருளையைப் பொருத்தி வெவ்வேறு கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து ஒரு நொடியில் வெளிப்பட்ட பீட்டாத் துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடித்தனர். அதன் மூலம் பீட்டாச் சிதைவின் போது ஓர் அணுவிலிருந்து ஒரு சிதைவு எலெக்ட்ரான் மட்டுமே வெளிப்படுகிறது என அவர் மெய்ப்பித்தார். இது பீட்டாச் சிதைவு பற்றிய கொள்கைகளுக்கு இசைவாகவே இருந்தது. அதே சமயத்தில் அதன் கூடவே வெளிப்பட்ட உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மிகச் சிறியதாக இருந்தது. அணுக்கருச் சிதைவின் போது காமாக் கதிர்களும் வெளிப்படும் RaB அணுவில், ஒவ்வோர் அணுவுக்கும் 1.25 எலெக்ட்ரான் என்னும் வீதத்தில் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்பட்டன. காமாக்



கதிர் வெளியாகாத RaE இல் ஓர் அணுவுக்கு ஓர் எலெக்ட்ரான் என்னும் வீதத்திலேயே பீட்டாத் துகள்கள் வந்தன. RaB இல் கூடுதலாகக் காணப்படும் 0.25 என்னும் அளவு உள்ளிட மாற்ற எலெக்ட்ரான்களால் ஏற்படுவதே என்பது தெளிவு.



## படம் 2. முதன்மை பீட்டாக்கதிர் நிறமாலை

முதன்மை பீட்டாக் கதிர் மாலை தொடர்ச்சியாக இருப்பது இரண்டாவதும், மிகக் கடுமையானதுமான சிக்கல் ஆகும். இச்சிக்கலைத் தீர்க்காவிடில் கதிரியக்க அணுக் கருவிலிருந்து பீட்டாத் துகள்கள் வெளிப்படுவதைப் பற்றி இது வரை சொல்லப்பட்ட விளக்கங்கள் பொருந்தா. ஏனெனில் இரண்டு நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட குவாண்டம் நிலைகளான புரோட்டானுக்கும் நியூட்ரானுக்கும் இடையில் நிகழக்கூடிய மாற்றங்களின் காரணமாகத் தனித்தனியான மதிப்புகள் கொண்ட ஆற்றல்கள் மட்டுமே வெளிப்பட முடியுமே தவிர, ஒரு தொடர் நிறைமாலை தோன்றமுடியாது. முதன்மை பீட்டாக் கதிர்களின் திசைவேகப் பரவீட்டையும் ஆற்றல் மாலைகளையும் காந்த நிறமாலை அளவி மூலமாகவும் முகிற்கலம் மூலமாகவும் பதிவு செய்துள்ளனர். குர்னி தம் ஆய்வுகளில் பெற்ற வரை கோடுகள் படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அனைத்து கோடுகளும் வடிவத்தில் ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். மாக்ஸ்வெல்லின் திசைவேகப் பரவீட்டுக் கோடுகளைப் போலவே இவையும் முதலில் ஒரு பெருமத்தை நோக்கி உயர்ந்து பின்னர் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவான ஆற்றலின் சுழிக்கு இறங்கி விடுகின்றன. இந்த ஆற்றல் மேல் வரம்பை இப்போது உறுதியாக வரையறுக்க முடியும். இந்த பெரும ஆற்றலைக் கண்டுபிடிக்க முடிந்தமை பீட்டாக் கதிர் மாலையைப் பொருத்து ஒரு முதன்மையான கூறாகும். ஏனெனில் மொத்தச் சிதைவு ஆற்றலை அதன் மூலம் கணக்கிட முடிகிறது.

பெரும்பாலான பீட்டாக் கதிர்களுக்கு ஏறத்தாழ 3 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் குறைவான ஆற்றலே உள்ளது. ஆற்றலின் மேல் வரம்பு வரையறுக்கப்பட்டிருந்தாலும், குறைந்த ஆற்றல் நிலைகளில் வரைகோட்டின் வடிவம் நிச்சயமற்றதாக உள்ளது. அதற்கு ஆய்வு முறைகளில் உள்ள குறைபாடுகளே காரணம். அனைத்து கோடுகளுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட பெருமம் உள்ளது. அதன் உயரமும் இருப்பிடமும் பீட்டா உமிழியின் தன்மையைப் பொறுத்தவை. இது மேல் வரம்பு ஆற்றலின் மூன்றில் ஒரு பங்கான நிலையில் பொதுவாக அமைந்து இருக்கிறது. பதிவு செய்யப்பட்ட பீட்டாக் கதிர் தொடர்மத்தை விளக்குவதில் உள்ள உண்மையான இடையூறு, பீட்டாத் துகள்கள் அணு கருவிலிருந்து வெளிப்படும்போதே ஒரு தொடர்ச்சியான ஆற்றல் மதிப்புகளுடனேயே வெளிப்படுகின்றன என்பதை ஒப்புக் கொள்ள வேண்டியிருப்பதிலிருந்து தொடங்குகிறது. ஒரு பீட்டா உமிழும் கதிரியக்கத் தனிமம் வரி மாலையை வெளியிட்டாலும் வெளியிடாவிட்டாலும் தொடர் மாலையை மட்டும் தவறாமல் வெளியிடுகிறது. இயற்கையான கதிரியக்கத் தனிமங்கள் மட்டுமல்லாமல் செயற்கையாக உண்டாக்கப்பட்டவையும் இவ்வாறு செய்கின்றன. தொடர் மாலையில் ஒரு நொடியில் வெளிப்படும் பீட்டாத் துகள்களின் எண்ணிக்கை ஒரு நொடியில் சிதையும் அணுக்களின் எண்ணிக்கைச் சமமாக இருக்கிறது. எனவே தொடர்மாலைப் பொறுப்பான பீட்டாத் துகள்கள் அணுக்கருவிலிருந்தே வெளிப்படுகின்றன என்பது உறுதியாகிறது. பீட்டாக் கதிர்களின் தொடர் மாலையில் ஆற்றலின் மேல் வரம்புக்கும் கதிரியக்கத் தனிமத்தின் சிதைவு மாறிலிக்கும் இடையில் ஒரு நேர்போக்கான தொடர்புள்ளது. சிதைவு மாறிலி மிகுந்து இருந்தால் மேல் வரம்பு ஆற்றலும் கூடுதலாக உள்ளது. சிதைவு மாறிலி, அணுக்கருவின் சிதைவை மட்டுமே குறிப்பிடும் அளவு. எனவே தொடர்மாலைக் கோட்டின் மேல் வரம்பு மட்டுமாவது அணுக்கரு எலெக்ட்ரான்களால் உண்டாகும் என ஊகிக்கலாம்.

ஆல்ஃபாக் கதிர், காமா கதிர் ஆகியவற்றின் ஆற்றல் மாலைகள் அணுக்கரு உறுதியாக வரையறுக்கப்பட்ட குவாண்டம் நிலைகளில் இருப்பதாகவே காட்டுகின்றன. நியூட்ரான் குவாண்டம் நிலையிலிருந்து புரோட்டான் குவாண்டம் நிலைக்கு அணுக்கரு மாறும்போது சிதைவு எலெக்ட்ரான் வெளிப்படுவதை அனைவரும் பொதுவாக ஒப்புக் கொள்கின்றனர். இதிலிருந்து பீட்டாச் சிதைவின் ஆற்றல் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறிலியான மதிப்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்று பொருள் ஆகிறது. அந்த அளவு, தொடக்க நியூட்ரான் குவாண்டம் நிலைக்கும் இறுதிப் புரோட்டான் குவாண்டம் நிலைக்கும் இடையில் உள்ள ஆற்றல் வேறுபாட்டுக்குச்

சமமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் இதற்கு மாறாகப் பீட்டாச் கதிர் ஆற்றல் மாலை, மொத்தச் சிதைவு ஆற்றலுக்குச் சமமான பெரும் மதிப்பிலிருந்து சுழி வரை தொடர்ச்சியாக மாறுகிறது. இதிலிருந்து தொடக்கக் குவாண்டம் நிலையின் ஆற்றலுக்கும் இறுதிக் குவாண்டம் நிலையின் ஆற்றலுக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடு, பீட்டாச் சிதைவின் போது விடுவிக்கப்படும் ஆற்றலுக்குச் சமம் அன்று என்று பொருளாகிறது. ஆனால் ஆற்றல் மாறாக் கோட்பாட்டின் படி அனைத்து பீட்டா துகள்களும் ஒரே வகையான ஆற்றலுடனோ, குறைந்த அளவாகத் தொடர்ச்சியற்ற குழுக்களாகவோ வெளிப்பட வேண்டும் என கருதலாம்.

உந்த அழியாமை விதியைப் பொறுத்தும் ஒரு சிக்கல் தோன்றுகிறது. ஓர் அணுக்கரு, ஒற்றைப்படையான நிறை எண் உள்ளதா இருந்தால்  $h/2\pi$  இன் அரை முழு எண் மடங்குக்குச் சமமான கோண உந்தமும் (அணுக்கருத் தற்சுழற்சி) இரட்டைப்படையான நிறை எண் உள்ளதாயிருந்தால்  $h/2\pi$  இன் முழு எண் மடங்குக்குச் சமமான கோண உந்தமும் பெற்றிருக்க வேண்டும். அணுக்கரு  $1/2$  என்னும் கோண உந்தமுள்ள புரோட்டான்களாலும் நியூட்ரான்களாலும் ஆனதால் இருந்தால் அவ்வாறான நிலைதான் ஏற்படும். பீட்டாத் துகளின் கோண உந்தமும்  $1/2$  தான். ஒற்றைப் படை நிறை எண்ணுள்ள ஓர் அணுக்கருவிலிருந்து ஒரு பீட்டாத் துகள் வெளியேறிவிட்டால் எஞ்சியுள்ள அணுக்கரு அரை முழு எண் மடங்கான தற்சுழற்சியையே பெற்றிருக்கும். ஏனெனில் பீட்டா துகள் வெளியேறியதால் அதன் நிறை எண் பாதிக்கப்படாமல் ஒற்றைப்படையாகவே இருக்கிறது. இது உந்த அழியாமை விதிக்கு முரணானது, இந்தச் சிக்கலைத் தீர்க்க போர், ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். அவர் பீட்டாச் சிதைவு என்னும் அணுக்கருச் செயல்முறையில் ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தின் அழியாமைக் கோட்பாடுகள் பொருந்தா என்னும் கருத்தை கூறினார். ஆனால் ஆய்வக முடிவுகளும் கொள்கை முறை ஆய்வுகளும் இக்கருத்துக்கு அடிப்படையான முடிவுகளை அளிக்கவில்லை. எனவே பாலி (Pauli) ஒரு புதிய துகளைக் கற்பித்தம் செய்து கொண்டால் ஆற்றல் மட்டும் உந்த மாறாக் கொள்கைகளுக்கு முரண்படாமல் பீட்டா ஆற்றல் மாலையின் தொடர்ச்சித் தன்மைக்கு விளக்கம் அளிக்கலாம் என்று கூறினார். அந்தத் துகளுக்கு நியூட்ரினோ (neutrino) என்னும் பெயரை ஃபெர்மி சூட்டினார். பாலியின் கருத்துப்படி அணுக்கரு நியூட்ரான் நிலையிலிருந்து புரோட்டான் நிலைக்கு மாறும்போது எலெக்ட்ரானும் நியூட்ரினோவும் சேர்ந்து உண்டாகின்றன. இவை இரண்டினுடைய மொத்த ஆற்றல், தொடக்க நியூட்ரான் நிலைக்கும் இறுதிப் புரோட்டான்

நிலைக்கும் இடையில் உள்ள ஆற்றல் வேறுபாட்டிற்குச் சமமாக இருக்கும். அதேபோல அவை உந்தத்தையும் பங்கிட்டுக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு ஆற்றல் மற்றும் உந்த அழியாமைக் கொள்கைகள் நிறைவு செய்யப்படுகின்றன. பீட்டாச் கதிர் ஆற்றல் மாலையின் தொடர்ச்சியான தன்மை பீட்டாத் துகளும் நியூட்ரினோவும் தமக்குள் ஆற்றலைப் பங்கிட்டுக் கொள்ளும் விதத்தையே காட்டுகிறது. பீட்டா மாலையின் மேல் வரம்பு, அனைத்து ஆற்றலையும் பீட்டாத் துகள் எடுத்துக்கொண்டு நியூட்ரினோவுக்கு ஆற்றல் எதுவும் இன்றிச் செய்துவிடும் நிலையைக் குறிக்கிறது. பெரும்புள்ளியில் எலெக்ட்ரானும் நியூட்ரினோவும் ஆற்றலைச் சமமாகப் பங்கிட்டு கொள்கின்றன. வரைகோட்டின் குறைந்த ஆற்றல் பகுதி நியூட்ரினோ ஆற்றலின் பெரும் விழுக்காட்டை எடுத்துக் கொள்வதைக் குறிப்பிடுகிறது. இவ்வாறு பீட்டாச் கதிர் மாலையின் காணப்பட்ட சிக்கல்களை நியூட்ரினோ தீர்த்து விட்டது.

பாலியின் விளக்கத்திற்கு அடிப்படையாக அமைவது நியூட்ரினோ ஆகும். அதற்கு மின் கிடையாது. ஏனெனில் அனைத்து மின்னும் எலெக்ட்ரானுடன் போய்விடுகின்றன. அதற்கு நிறையும் ஏறத்தாழ சுழி ஆகும். ஏனெனில் பீட்டா சிதைவின் போது நிறை எண்ணில் மாற்றம் ஏதும் காணப்படுவதில்லை. அதன் ஓய்வு நிறை சுழி எனக் கணக்கீடுகள் காட்டுகின்றன. அதன் தற்சுழற்சி  $1/2$  ஆகவே இருக்க முடியும். அப்போது தான் பீட்டாச் சிதைவின் போது உந்தம் அழியாமல் இருக்கும். அதன் காந்தத் திருப்புத்திறன் மிகவும் சிறியதாக இருக்க வேண்டும் என கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. மின் காந்த புலம் இராமையால் அது மற்றத் துகள்களுடன் இடைவினை செய்யாது. அது வெறும் ஆற்றலையும் உந்தத்தையும் மட்டுமே சுமந்து செல்வதால் அதற்கு எர்கான் (ergon) எனப் பெயரிடலாம் எனச் சிலர் கருத்துரைப்பர். இத்தகைய தன்மைகளின் காரணமாக நியூட்ரினோவைக் கண்டுபிடிப்பது மிகவும் கடினமாக உள்ளது. ஆனால் அது இருப்பதற்கான பல மறைமுகமான சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. இலேசான கதிரியக்கத் தனிமங்களின் அணுக்களில் பீட்டாச் சிதைவு ஏற்படும் போது அணுக்கரு பின் வாங்குவதிலிருந்து நியூட்ரினோ இருப்பதைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணை நூல். J.B. Rajam, *Atomic Physics*, S.Chand and Co., New Delhi, 1985.



## பீட்டாட்ரான்

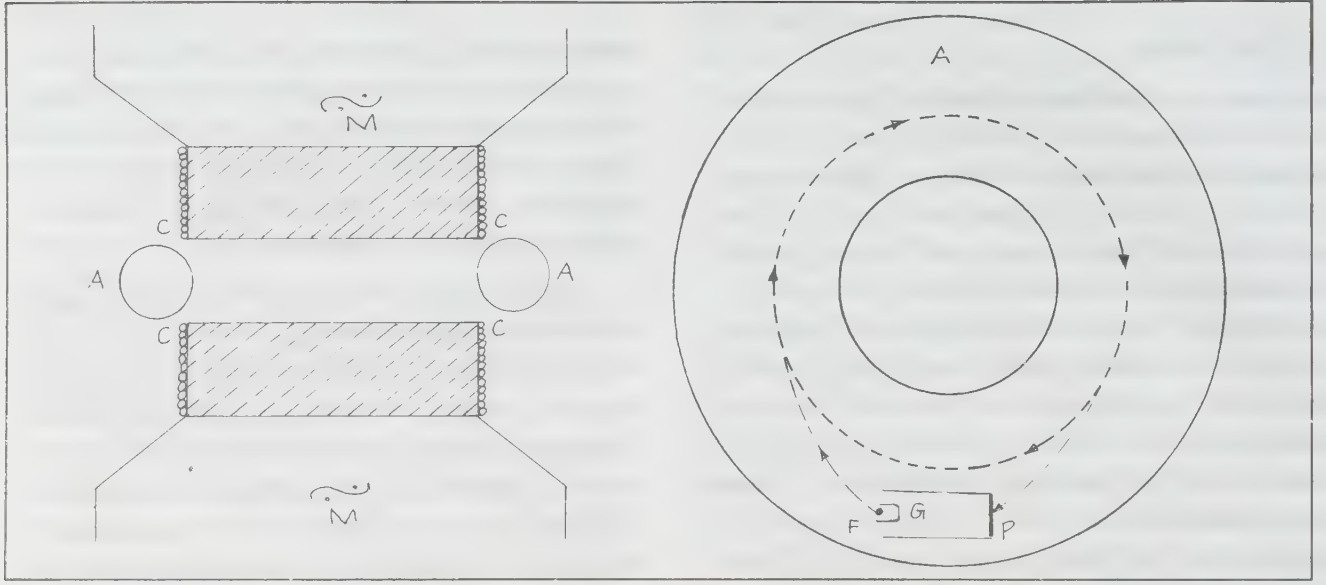
எக்ஸ் கதிர்களை உண்டாக்கத் தேவையான ஆற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான் கற்றைகளை உண்டாக்குவதற்காக உருவாக்கப்பட்டது பீட்டாட்ரான் என்னும் கருவி ஆகும். இதில் ஒத்ததிர்வு முடுக்கம் என்னும் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் எலெக்ட்ரான்கள் முடுக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தத்துவம் முதலில் சைக்ளோட்ரான் போன்ற கருவிகளில் மின் துகள்களை விரைவாக்கித் தனிமங்களில் செயற்கையான அணுக்கரு மாற்றத்தை உண்டாக்கும் அளவிற்கு அவற்றுக்கு ஆற்றலைத் தருவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. 1922-இல் பீட்டாட்ரான் தத்துவத்தை டாக்டர் வால்ட்டன் என்பவர் முதன் முதலில் வெளியிட்டார். 1941-இல் கொர்ஸ் என்பவரால் பீட்டாட்ரான் கருவி முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்டது. அதன் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு வளைய வடிவமான வெற்றிடக் குழாய் ஒரு மின்காந்தத்தின் முனைகளுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்காந்தம் ஓர் அலைவு மின்னோட்டத்தினால் ஆற்றலூட்டப்படும். அதன் மின்னழுத்தம் உயர்ந்ததாகவும் வசதியான அதிர்வெண் உள்ளதாயும் இருக்கும். புகுத்தி (injector) என்னும் கருவியிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வளையத்திற்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. புகுத்தியில் ஒரு சூடான உலோக இழை எலெக்ட்ரான்களை உமிழ்கிறது. அதில் G என்னும் கிரிட் (grid) அவற்றை குவிக்கும். P என்னும் தகடு காப்பானாகச் செயல்படும். உலோக இழைக்கும் இந்தத் தகட்டிற்கும் இடையில் ஓர் உயர்ந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு நிறுவப்படுகிறது. அதன் காரணமாக எலெக்ட்ரான்கள் மிகுந்த வேகத்துடன் வளையக் குழாயினுள் செலுத்தப்படுகின்றன.

காந்த முனைகளுக்கிடையிலுள்ள அலைவு செய்யும் காந்தப் புலம் வெற்றிடக் குழாயின் அச்சுக்கு இணையாகச் செயல்படும். அது எலெக்ட்ரான்களின் மேல் இருவகை விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. முதலாவதாக எலெக்ட்ரான்களின் ஒடுபாதைக்குத் தொடுவியலாக ஒரு மின்னியக்கு விசை மாறும் காந்தப் பாயத்தால் தோற்றுவிக்கப்பட்டு எலெக்ட்ரான்களுக்குக் கூடுதலான ஆற்றலை அளிக்கிறது. இரண்டாவதாக எலெக்ட்ரான்கள் ஓடும் திசைக்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும் காந்தப்புலம் ஓர் ஆரத் திசையிலான விசையை உண்டாக்கி எலெக்ட்ரான்களை ஒரு வட்டமான பாதையில் ஓடச் செய்கிறது. கவனத்துடன் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும் காந்த முனைகளைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருள்களின் உதவியால் மையத்திலுள்ள காந்தப்புலம் ஒரு சார்பாக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் காரணமாகக் காந்த முனைகளுக்கு நடுவிலுள்ள காற்று இடைவெளியில் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு நிலையான ஆரமுள்ள வட்டப் பாதையில்

ஒடுகிற வகையில் காந்தப்புலம் மாறுகிறது. இச்சூழ்நிலைகளில் அலைவு செய்யும் காந்தப்புலத்தின் செறிவு சுழியிலிருந்து பெரும் அளவுக்கு உயரும் நேரத்தில் எலெக்ட்ரான்கள் தமது நிலையான ஒடுபாதையில் பல லட்சக்கணக்கான முறை சுற்றி வந்துவிடும். ஒவ்வொரு வட்டத்தின் போதும் அவற்றின் ஆற்றல் கூடிக் கொண்டே செல்லும்.

காந்தப்புல அலைவின் கால் சுழற்சியின் இறுதியில் அதன் செறிவு பெருமமாக இருக்கும்போது, ஒடுபாதையின் மேலேயும் கீழேயும் உள்ள இரண்டு கம்பிச் சுருள்களின் வழியாக ஒரு மின் தேக்கியை மின்னிறக்கம் செய்வதன் மூலம் காந்தப்புலம் உருக்குலைக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக எலெக்ட்ரான்கள் தம் வட்ட ஒடுபாதையை விட்டு விலகி வந்து உட்புகுந்து கருவியின் காப்பானின் பின் பரப்பில் மோதுகின்றன. அப்பரப்பில் மாலிப்டினம் போன்ற கடினமான உலோக இலக்குகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் மேல் உயர் வேகமுள்ள எலெக்ட்ரான் கற்றை மோதும் போது பெரும் ஆற்றல் உள்ள எக்ஸ் கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. இக்கருவியில் எலெக்ட்ரான் கற்றையின் ஆற்றலில் மிகப் பெரும் விழுக்காடு எக்ஸ் கதிர்களாக மாற்றப்படுகிறது. ஆற்றல் ஊட்டும் மின் சுருளுடன் கூடிய மின் காந்தம் ஒரு மின் தூண்டல் உறுப்பாகவும் செயல்படும். எனவே ஒரு தகுந்த மின்தேக்கி உறுப்பை இணைப்பதன் மூலம் இந்தச் சுற்றில் ஒத்ததிர்வை உண்டாக்கலாம். இதன் மூலம் காந்தப் புலத்தை தேவையான அதிர்வெண்களில் அலைவு செய்ய வைக்கலாம்.

பீட்டாட்ரானில் துகள்களின் ஓடும் பாதையில் அடங்கியுள்ள காந்தப்பாயம் தொடர்ந்து அதிகரிக்கப்படுகிறது. இம்முறை எலெக்ட்ரான்களுக்கு மிகவும் ஏற்றதாக இருந்ததால் இக்கருவிக்குப் பீட்டாட்ரான் என்னும் பெயரிடப்பட்டது. எலெக்ட்ரானின் ஒடுபாதைக்குள் ஒரு காலத்துடன் மாறும் காந்தப்பாயம் எலெக்ட்ரானின் ஒவ்வொரு சுற்றுக்கும் ஒரு மின்னழுத்தக் கூடுதலை அளிக்கும்போது எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதையில் ஓடத் தொடங்குகிறது. மூடப்பட்ட காந்தப் பாயத்தைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான் ஏறத்தாழ ஒரு மில்லியன் முறை சுற்றி வர வேண்டுமானால், அது நன் முறையில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஒரு கலத்திற்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் செல்ல வேண்டும். 180 ஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண்ணுடன் காலத்துடன் மாறுகிற ஒரு காந்தப்புலத்தைக் கொண்ட ஒரு பீட்டாட்ரானில்  $10^{-5}$  டார் என்னும் அளவுக்கு மேற்பட்ட வெற்றிடம் தேவைப்படும். வெற்றிடத்திற்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் எலெக்ட்ரானை ஓட வைக்க வடிவமைக்கப்பட்ட காந்தப்புலங்கள் உதவுகின்றன. நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் பீட்டாட்ரான்களின் எலெக்ட்ரானின் ஒவ்வொரு சுற்றுக்கும்



### பீட்டாட்ரானில் உள்ள வளையக் குழலும் மின்காந்த அமைப்பும்

அதன் ஆற்றலில் 100 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவுக்கு அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது. B காஸ் வலிவுள்ள காந்தப்புலத்தில்  $r$  செ.மீ. ஆரமுள்ள ஒடுபாதையில் ஓடும் எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல்  $3 \times 10^{-4} \times B \times r$  மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டாக இருக்கும்.

துகள்களை ஒரு காலத்துடன் மாறும் காந்தப் புலத்திற்குள் புகுத்துவதற்கான கொள்கையின்படி எலெக்ட்ரான்கள் வெற்றிடக் கலத்திற்குள் அமைந்த ஒரு மூலத்திலிருந்து, மற்ற வளிம மூலக்கூறுகளில் மோதிச் சிதறாத அளவுக்குப் போதுமான வேகத்துடன் உட்புகுத்தப்பட்டுக் காந்தப்புலமும் காலத்துடன் விரைந்து மாறுமானால் எலெக்ட்ரானின் சுற்றுப் பாதை ஒரு தற்காலிகமான அலைவு செய்யும் எனத் தெரிகிறது. இந்த அலைவின் வீச்சு படிப்படியாகக் குறைந்து விரைவாகச் சமநிலை ஒடுபாதை அமைந்து விடும். வீச்சுக் குறைவதன் காரணமாக எலெக்ட்ரான் சுற்றை உட்புகுத்து கருவியை விட்டு விலகிச் சென்று தன் நிலையான சுற்றுப் பாதையில் பொருந்திக் கொள்ள முடிகிறது.

எலெக்ட்ரான்களைச் சமநிலை சுற்றுப் பாதையைச் சுற்றி அலைவு செய்ய வைக்கிற அச்சுத் திசை மற்றும் செங்குத்துக் குவிக்கும் விசையும், வழிநடத்து புலத்தைத் தகுந்தபடி வடிவமைத்து அதன் எண் மதிப்பு,  $1/r$  குறைவதை விட மெதுவாகக் குறையும் படி செய்வதன் மூலம் உண்டாக்கப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரானை வட்ட ஒடுபாதையில் பொருத்தத் தேவையான மைய நோக்கு விசை  $1/r$  க்கு நேர்விகிதத்தில் மாறுவதால், வடிவமைக்கப்பட்ட

காந்தப்புலத்தின் விசை எலெக்ட்ரானைச் சமநிலை சுற்றுப் பாதையில் மட்டுமே செலுத்தக் கூடிய அளவுக்கு போதுமான வலிவுடன் இருக்கும். அது சமநிலை சுற்றுப் பாதையைவிட பெரிய சுற்றுப் பாதையில் எலெக்ட்ரானைச் செலுத்தத் தேவையான அளவை விட மிக அதிகமாயும், சிறிய சுற்றுப் பாதையில் செலுத்தத் தேவையானதை விட மிகக் குறைவாயும் உள்ளமையால் எலெக்ட்ரான் சமநிலை ஒடுபாதையைச் சுற்றியே அதிர்வு செய்யும். காந்த மீட்டு வரும் விசைகள் அதிகரிக்கும்போது அதன் வீச்சு படிப்படியாகக் குறைந்து எலெக்ட்ரான் சமநிலை ஒடுபாதையில் பொருந்திக் கொள்ளும்.

எலெக்ட்ரான் சமநிலை ஒடுபாதைக்கு மேலும் கீழுமாக அலைவு செய்யும்போது, அச்சுத் திசைக் குவியப்படுத்தலுக்கு ஆரம் அதிகரிக்கும்போது காந்தப் புலத்தில் ஏற்படும் குறைவு, விசைக்கோடுகளை வளைக்கிறது. அதன் புலம் மிகுந்து எலெக்ட்ரான்களைச் சமநிலை ஒடுபாதையின் தளத்திற்கு மீட்டு வரும் வகையில் செயல்படுகிறது.

மருத்துவ நோக்கில் உதவும் எக்ஸ் கதிர்களை உண்டாக்கும் பீட்டாட்ரான்கள் 25 - 35 மி.எ.வோ ஆற்றலுள்ளவை. அவை 1 மீ. தொலைவில் ஏறத்தாழ 100 ராண்ட்ஜன்/நிமிடம் என்னும் அளவில் செறிவுள்ள எக்ஸ் கதிர்களை உண்டாக்கவல்லவை. 25 மி.எ.வோல்ட் ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான் சுற்றையிலிருந்து வெளிப்படும் எக்ஸ் கதிர்கள் இரும்பைத் துளைத்துச் செல்லும் திறனுள்ளவை. அவை இரும்புக் கருவிகளின் உட்பகுதிகளைப் படமெடுக்க உதவுகின்றன. 320 மி.எ.வோல்ட் ஆற்றலைத் தரக்கூடிய



பீட்டாட்ரான்களிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான் சுற்றைகள் மெசான்களை உண்டாக்க முடியும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B. Rajam, *Atomic Physics*, S.Chand and Company, New Delhi, 1986.

## பீட்டாத்தடைப்பொருள்கள்

இவை அண்ணீரேற்பித் தடை மருந்துகளில் (adrenoreceptor blocking agents) ஒரு பிரிவாகும்.

அண்ணீரேற்பித் தடை மருந்துகள். இவை யாவும் (அட்ரீனலின், நார் அட்ரீனலின், பிற பிரிவு வேதிப் பொருள்கள்) (sympathomimetic agents) ஆகியன தத்தம் விளைவு உறுப்புகளிடத்தில் (effector organs) தோற்றுவிக்கக் கூடிய, பலன்களைத் தடைப்படுத்தக் கூடிய மருந்துகளாகும்.

அண்ணீரேற்பி. பரிவு விசை வேதிப் பொருள்களின் முதன்மைச் செயல்பாடு பரிவு ஏற்பிகளைத் (sympathomimetic receptors) தூண்டுதன் மூலம் நிகழ்கிறது. அண்ணீரேற்பி எனப்படும் இதில் இரு வகை இருப்பதாக 1948 ஆம் ஆண்டு ஆல்கிஸ்ட் என்பாரால் விவரிக்கப்பட்டது. இதன்படி ஆல்ஃபா அண்ணீரேற்பி என்றும் ( $\alpha$  - adrenoreceptors), பீட்டா அண்ணீரேற்பி ( $\beta$ -adrenoreceptors) என்றும் பகுக்கப்படும்.

ஆல்ஃபா ஏற்பி குறிப்பாகத் தோல் வயிற்று உள்ளுறுப்பு, விழி ஆகியவற்றில் உள்ளது. இதன் தூண்டுதலால் தோற்றுவிக்கப்படும் ஆல்ஃபா விளைவுகள் (alpha effects) நாளக் குறுக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன.

பீட்டா ஏற்பி இதயம், தசை, மூச்சுக் கிளைக் குழல், கருப்பை இவற்றில் உள்ளது. இதயத்தில் உள்ளதை  $\beta_1$  ஏற்பி என்றும், தசை, மூச்சுக் கிளைக் குழல், கருப்பையில் உள்ளதை  $\beta_2$  ஏற்பி என்றும் வகைப்படுத்தலாம். இவற்றின் தூண்டுதலால் ஏற்படும் பீட்டா விளைவுகள் இதயத் துடிப்பு வீதம், தந்துகை வேகம் (conduction velocity) போன்றவற்றை மிகுதிப்படுத்துகின்றன. மேலும் தசைகளின் நாள விரிவையும் மூச்சுக் கிளைக் குழல் விரிவையும் (broncho dialation) கருப்பை விரிவையும் (uterine relaxation) தோற்றுவிக்கின்றன. குடலில் இருக்கக்கூடிய  $\alpha$ ,  $\beta$  ஏற்பிகள் இரண்டுமே, குடல் விரிவை உண்டாக்கும்.

பரிவு வேதிப் பொருள்கள். இவை ஒவ்வொன்றும் தத்தம் செயல்பாட்டில் மாறுபடுகின்றன. அட்ரினலின்  $\alpha$ ,  $\beta$  ஏற்பிகளைத் தூண்டி இருவகை விளைவுகளையும் அ.க.15-37

உண்டாக்குகிறது. நார் அட்ரினலின்  $\alpha$  விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவை இரண்டு தவிர ஏனைய பரிவு வேதிப்பொருள்கள் யாவும் மனிதவுடலில் தோற்றுவிக்கப் படுவதில்லை; பல்வேறு முறைகளில் தயாரிக்கப்படும் இவையும் தத்தம் செயல்பாட்டில் வேறுபடுகின்றன. ஐசோபிரினலின், ஆர்சிபிரினலின், ஐசாக்சுபிரின் ஆகியவை முதன்மையாக  $\beta$  விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சால் பியூட்டமால், ஃபீனோடீரால், டெர்ப்யூடாலின், ஐசோ இதரின் ரிமிட்டிரால் போன்றவை குறிப்பாக  $\beta_1$  ஏற்பிகளை விடுத்து,  $\beta_2$  விளைவுகளை ஊக்குவிக்கின்றன.

பீட்டாத் தடை மருந்து. இருவகையான அண்ணீரேற்பிகளும் வெவ்வேறு இடங்களிலும் வகைகளிலும் செயல்படுவதாலும், ஒவ்வொரு பிரிவு வேதிப்பொருளும் இவற்றைத் தூண்டும் அளவும், முறையும் மாசுபடுவதாலும், இவற்றைத் தனித்தனியாகத் தடைப்படுத்தக்கூடும் எனக் கண்டறிந்தனர். அதன்படி 1958 ஆம் ஆண்டு,  $\beta$  விளைவுகளை மட்டுமே தடுக்கக்கூடிய டைகுளோரோ ஐசோபிரினலின் என்னும் மருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இருப்பினும், இது மனித மருத்துவத்தில் பயன்கொள்ளக் கூடியதில்லை என அறிந்து, ஆய்வுகள் மேலும் தொடர்ந்தபோது 1962 ஆம் ஆண்டு புரோனீதால் உருவாக்கப்பட்டது. வெள்ளெலிகளில் புற்றுண்டாக்கக் கூடிய திறன் கொண்டிருந்ததால், இதுவும் கைவிடப்பட்டுப் பின்னர் புரோப்ரனலால் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து பற்பல பீட்டாத் தடை மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயன் தந்துள்ளன.

செயல்முறை. அட்ரினலின், ஆல்ஃபா, பீட்டா ஏற்பிகளில் தூண்டுதலைத் தோற்றுவிக்கக் கூடியது. பீட்டாத் தடை மருந்துகள் இதன் பீட்டா விளைவுகளை மட்டுமே கட்டுப்படுத்தி, ஆல்ஃபா விளைவுகளை அப்படியே விடுத்து, அட்ரினலையும் நார் அட்ரினலையும் போலச் செயல்பட வைக்கின்றன.

பீட்டா விளைவுத் தடையின் காரணமாக இதயத் துடிப்பு விகிதமும், இதயத் தசைச் சுருக்கியல்பும் (myocardial contracity) குறைகின்றன. இதனால் ஒரு மணித் துளிக்கான இதயக்குருதி வெளியீடும் குறைந்து, மொத்தத்தில் ஆக்சிஜன் உள்ளேற்பும் குறைகிறது.

### வகை

பீட்டாத் தடை மருந்துகளை அவற்றின் குறிப்பான செயல்பாட்டிற்கு இணங்க நான்கு அல்லது ஐந்து பிரிவுகளாகப் பகுக்க முடியும்.

578 பீட்டாத் தடைப் பொருள்கள்

**பிரிவு அ.** பீட்டா ஏற்பிகள் அனைத்தையும் கட்டுப் படுத்துதல் இதில் அடங்கும். இதனைத் தேர்வது பீட்டாத் தடைப் பிரிவு (non selective beta blocker group) எனக் குறிக்கலாம்.

**பிரிவு ஆ.**  $\beta_1$  ஏற்பிகளை மட்டும் கட்டுப்படுத்தலை இதயத் தேர்வுப் பீட்டாத் தடைப் பிரிவு (cardio selective  $\beta$  blocker groups) எனலாம்.

**பிரிவு இ.** இதில்  $\beta_2$  ஏற்பிகளை மட்டும் கட்டுப்படுத்தல் அடங்கும்.

**பிரிவு ஈ.** தேர்வடையாததும், ஆல்ஃபாதடையும் (non selective +  $\alpha$  block) இதில் அடங்கும்.

**பிரிவு உ.** இதயத் தேர்வுத் தடையும், ஆல்ஃபாதடையும் (cardio selective +  $\alpha$ ) இப்பிரிவில் இடம்பெறும்.

**பயன்.** பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் இயக்கங்கள் நோயாளியின் உடலுக்குக் கேடு விளைவிக்கும்போது அத்தகு நோய்க் குறிகளைத் தடுப்பதற்குப் பீட்டா அண்ணீரேற்பித் தடை மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. எனவே, இம்மருந்துகள் இதய நோய், குருதி மிகையழுத்தம் போன்றவற்றின் மருத்துவத்தில் மட்டுமல்லாமல் பிறவி இதயக் கோளாறுகளிலும், அட்ரினல் நோய்களிலும் பயன்படுகின்றன.

பீட்டாத் தடை மருந்துகளின் பயன்களைப் பின்வருமாறு வகையிடலாம்.

**இதயக் கோளாறு.** நெஞ்சிறுக்கம் (angina pectoris), (பீட்டா அண்ணீரேற்பித் தடை, இதயச் செயல்பாட்டை குறைக்கும்), இதய லயச் சீர்கேடு (cardiac arrhythmias), குருதி மிகையழுத்தம், புறவி இதயக் கோளாறு ஆகியவை இதில் அடங்கும். இந்நிலைகளில் இதயத்தின் உருவமைவு மாறுபாட்டால் இதய வெளியீடு தடைப்படுத்தப் பட்டிருக்கலாம். முன்னரே கோளாறு கொண்டிருக்கும் இதயம் பரிவு நரம்பு மண்டல இயக்கம் காரணமாக இதய வெளியீட்டிற்குப் பெருந்தடை உண்டாகும். இந்நிலையில் அண்ணீரேற்பித் தடை மருந்துகள் பரிவு விளைவுகளைக் கட்டுப்படுத்தி இதயத்தின் மீதான சுமையைக் குறைக்கும். மேலும், கதவக் கோளாறு, இதயத் தசைக் கோளாறு போன்றவற்றிலும் இம்மருந்து பயன்படும்.

**உட்சுரப்பு நோய் (Endocrine diseases).** தைராய்டிலும், அட்ரினல் சுரப்பியிலும் ஏற்படக்கூடிய நோய்கள் இதில் அடங்கும்.

**மைய நரம்பு மண்டல நோய்.** பார்க்கின்சன் நடுக்கம் (Parkinson tremor) பீட்டாத் தூண்டுதல்களால்

மிகுதியாக்கப்படும். அப்போது நடுக்கத்தைக் குறைக்கப் பீட்டாத் தடைப் பொருள்கள் உதவுகின்றன.

**பிற நோய்கள்.** மன நோய், நடுக்கம், ஏக்கநிலை, ஒற்றைத் தலைவலி போன்றவற்றிலும் இம்மருந்துகள் பயன்தருகின்றன. கண் உள் மிகை அழுத்தத்திலும் (glucoma) இதைப் பயன்படுத்தலாம்.

### எதிர் விளைவுகள்

**இதய நிறுத்தம்.** இதய நோயாளிகளுக்குப் பீட்டாத் தடைகளைத் தரும்போது ஏற்படக்கூடிய இடர் இதில் அடங்கும். நோய் முற்றிய சில இதய நோயாளிகளில், இதய வெளியீட்டைத் தேவையான அளவில் வைத்திருக்கப் பரிவுக்கம் (sympathetic drive) தேவை. பீட்டாத் தடை மருந்து இதனையும் நிறுத்தி இதய நிறுத்தத்திற்கு வழி செய்து விடலாம். மூச்சுக் குழல் குறுக்கம் (broncho constriction), நீரிழிவு நோய் கண்டோரில் பீட்டாத் தடை மிகை இனிமக் குறைவினை உண்டாக்கி உணர்விழக்கச் செய்யலாம். கை, கால் சில்லிப்பு, கல்லீரல் அல்லது சிறுநீரகக் குருதிக்குறைப்பு போன்றவையும் உண்டாகலாம்.

### பீட்டாத் தடை மருந்து

**புரோப்ரனாலால்.** இது மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் பீட்டாத் தடை மருந்தாகும். இதய அசந்துகள் (arrhythmias) இதயக் கதவக் குறுக்க நோய், நெஞ்சிறுக்கம், மிகை குருதி மிகையழுத்தம், அட்ரினல் புற்றுநோய் ஆகியவற்றின் மருத்துவத்தில் இம்மருந்து பயனாகிறது. மேலும் ஒற்றைத் தலைவலி, தைராய்டு நச்சியம், ஏக்க நிலை, மனநோய், மதுவிலக்க நோயியம், மாரடைப்பு போன்றவற்றின் மருத்துவத்திலும் இம்மருந்து துணையாகலாம்.

**மெடோப்ரோலால்.** இது  $\beta_1$  ஏற்பிகளைத் தடை செய்யும் மருந்தாகும். இது குருதி மிகை அழுத்த மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதயத்தில்  $\beta_1$  ஏற்பிகள் மட்டும் தடுக்கப்பட்டு, மூச்சுக்குழல்  $\beta_2$  ஏற்பி இயக்கம் நிறுத்தப்படாமையால், ஆஸ்துமா போன்ற மூச்சுக் குழலிறுக்க நோயுடையோருக்கும் இம்மருந்தை அளிக்க முடிகிறது.

**நாடோலால்.** இது குருதிமிகையழுத்தம், நெஞ்சிறுக்க நிலைகளில் உதவுகிறது. ஆக்ஸ்பிரினிலால், அல்ப்ரீனலால், பின்டோலால், சோடோலால், டிமோலால் ஆகியவை தேர்வறு தடையாகவும், அசிப்பூடலால், பிராக்டோலால், அட்டினோலால் ஆகியவை இதயத் தேர்வுத் தடைகளாகவும் லபிட்டலால் ஆல்ஃபாத் தடை உடனினைந்ததாகவும் பயன்படுகின்றன.

சுதா சேஷ்யன்



துணைநூல். Maxwell M.Wintrobe et.al., *Harrison's Principles of Internal Medicine*, Seventh Edition, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd, Tokyo, 1974.

## பீட்டாத்துகள்

கதிரியக்க தனிமங்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களில் மூவகையுண்டு. அவற்றை ஆல்பா, பீட்டா, காமா என்று பிரித்துப் பெயரிட்டுள்ளனர். பீட்டாக் கதிர்கள் என்பவை எதிரின் மின்துகள்களாலானவை என்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. அத்துகள்கள் பீட்டாத் துகள்கள் (beta particles) எனப்படும்.

மின் அல்லது காந்தப் புலங்களில் வழியாகச் செலுத்தும்போது பீட்டாக் கதிர்கள் பெரிதும் வளைவதால் அவை மிக வேகமான துகள்கள் அடங்கியவை என்பது தெரிகிறது. அவை உயர்வேக எலெக்ட்ரான்கள் என்று கருத இயலுக்கிறது. ஆனால் அவை எலெக்ட்ரான்களே என்பதை மெய்ப்பிக்க எலெக்ட்ரான்களுக்கும் பீட்டாத்துகள்களுக்கும் ஒரே  $e/m$  மதிப்பு உள்ளதாகக் காட்டுவது ஒன்றே வழியாகும். எதிர்மின் முனைக் கதிர்களும் எலெக்ட்ரான்கள் அடங்கியவையே என்பது முன்பே மெய்ப்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் பீட்டாத்துகள்களின்  $e/m$  மதிப்புகளைக் கண்டு பிடிக்க முனைந்தபோது கடினம் ஏற்பட்டது. ஏனெனில் பீட்டாத் துகள்களின் திசைவேகங்கள் மிக அதிகமாக இருந்தன. அவை ஒளியின் திசைவேகத்தில் 33 - 99.8% திசைவேகத்தைப் பெற்றிருந்தன. எதிர் மின்முனைக் கதிர்களுக்கு  $e/m$  மதிப்பு மாறிலியாக இருந்தது. ஆனால் பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பு மாறிலியாக அமையாமல் அவற்றின் திசைவேகம் அதிகரித்த போது குறைந்தது. இந்தச் சிக்கலைத் தீர்க்க விரைவு எலெக்ட்ரான்களின் மின்காந்தக் கொள்கையின் சில கருத்துக்களையும், குறிப்பாகச் சார்பியல் பொதுக் கொள்கையின் கருத்துக்களையும் கவனத்தில் எடுத்துக் கொண்ட பிறகு பீட்டாத்துகள்களின் திசைவேகம் அதிகரிக்கும்போது  $e/m$  குறைவதற்கான காரணத்தை மன நிறைவு தரும் வகையில் விளக்க முடிகிறது. இவ்வாறு பீட்டாத் துகள்கள் எலெக்ட்ரான்களே என்பது ஐயமற மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. பெக்ரல், காஃப்மன், புச்சரர் போன்ற பல ஆய்வர்கள் பல்வேறு திசைவேகங்களில் செல்லும் பீட்டாத் துகள்களின்  $e/m$  மதிப்பைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். பீட்டாத் துகளின்  $e$  மதிப்பு திசைவேகத்துடன் மாறவில்லை என வைத்துக் கொண்டால், திசைவேகம் அதிகரிக்கும்போது அதன் நிறை அதிகரிப்பதாகத் தெரிய வருகிறது. இந்த

உண்மையை முன்பே லாரன்ட்ஸ் ஊகித்துக் கூறி விட்டார். ஒய்வு நிலையில்  $m_0$  என்ற நிறையுடனிருக்கும் ஒரு துகள்  $v$  என்ற திசைவேகத்துடன் செல்லும்போது அதன் நிறை  $m_0/(1-v^2/C^2)^{1/2}$  என அதிகரிக்கிறது என அவர் காட்டினார்.  $v$  அதிகரித்து ஏறத்தாழ ஒளியின் திசைவேகத்தின் வரிசைக்கு வரும்போது இந்த அதிகரிப்பு குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உள்ளது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B. Rajam, *Atomic Physics*, S.Chand and Company, New Delhi, 1985.

## பீடால் ஆடு

இது பால் கொடுக்கும் வெள்ளாட்டினம் ஆகும். இந்தியாவில் மட்டும் 13 இனங்கள் உள்ளன. இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து இந்திய வெள்ளாட்டு இனங்களை இமயமலைப்பகுதி இனங்கள், வடக்குப் பகுதி இனங்கள், மையப் பகுதி இனங்கள், தென்பகுதி இனங்கள், கிழக்குப் பகுதி இனங்கள் எனப் பிரிக்கலாம். இவற்றில் பீடல் இனம் இந்தியாவின் வடக்குப் பகுதியில் காணப்படுகிறது.

பீடால் ஆடு பஞ்சாப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. இது வெள்ளை நிறத்தில் சிவப்பு அல்லது பழுப்புப் புள்ளிகளுடன் உருவில் பெரிதாகவும் உயரமாகவும் நீண்ட கால்களுடனும், குனிந்த முகமும் நீண்ட காதுகளும் உயர்ந்த மூக்கும் கொண்டு காணப்படும். கொம்புகள் குட்டையாகவும், தட்டையாகவும் இருக்கும். இவ்வினக் கிடா 65 - 85 கி.கி. எடையும், பெட்டை 45 - 60 கிலோ எடையும் கொண்டிருக்கும். பெண் ஆடு நாள்தோறும் 1 கி.கி. பால் கொடுக்கக்கூடியது. எனவே இதைப் பால் உற்பத்தி இனமாகவே கொள்கின்றனர்.

பால் கறவைக்கான வெள்ளாடுகளைத் தேர்வு செய்யச் சில விதிமுறைகளைக் கடைபிடிக்க வேண்டும். நல்ல உடல் நலம் உள்ள ஆடுகளையே தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இவை எந்த நோயும் இன்றி, உடலில் காயங்களோ வீக்கங்களோ நீர்மக் கழிவுகளோ இல்லாமல் இருக்க வேண்டும். கழுத்து நீண்டும் மெலிந்தும் கால்கள் நீண்டும் உறுதியாகவும் உறுதியான எலும்புகளுடனும் தோல் மெல்லியதாகவும் இழுப்புத்தன்மை கொண்டும் இருக்க வேண்டும். பால் மடி நீண்டும் நல்ல வடிவமைப்புடன் வயிற்றின் அடிப்பகுதியுடன் உறுதியாக இணைக்கப்பட்டும் மென்தன்மையுடனும் அமைய வேண்டும். இந்த இனத்தின் ஆண் ஆடு ஆண்மைப் பொலிவுடன் உடல் வளத்துடன் விளங்க வேண்டும். இனப்பெருக்க உறுப்புகள்

சிறந்த வளர்ச்சியுடன் கால்களுக்கு இடையில் தொங்க வேண்டும். பீடால் இன வெள்ளாடு உத்திரப்பிரதேசத்தின் ஜம்னாபாரி ஆடுகளை ஒத்திருக்கிறது.

இரா. வசந்தகுமார்

## பீபிரைட்

இது  $\text{CO}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  எனும் வேதியியைபைக் கொண்ட கனிமமாகும். பொதுவாகப் பீபிரைட் (bieberite) ஸ்டால்க்டைட்டுகளிலும் புவி மேலோட்டிலும் காணப்படும். இதன் கடினத்தன்மை 2 ஆகும். ஒப்பீட்டில் 20. இது ரோஜா சிவப்பு நிறத்திலும் ஊன் சிவப்பு நிறத்திலும் காணப்படும். இது எதிர்மறை ஒளிக்குறியுடையது. கோபால்ட் சல்ஃபைட்டுத் தாதுவின் ஆக்சிஜனேற்ற வினையினால் இக்கனிமம் கிடைக்கிறது. இது எளிதில் கரையக் கூடியதாகையால் இயற்கையால் தனித்துக் காண்பது மிகவும் அரிது. ஜெர்மனியிலுள்ள பீபிர் என்னுமிடத்திலுள்ள சுரங்கங்களிலும், ஆஸ்திரேலியாவிலும் இது காணப்படுகிறது. பீபிரைட் கனிமத்தின் நீர் வற்றிய பொருளினைக் கோபால்ட்-கால்கந்தைட் என்பர்.

க. சித்திரா தேவி

## பீர்க்கு

இதற்குப் பீர்க்கன், பீர்க்கங்காய், வீரம், வரிப்பீர்க்கு என்று பல பெயர்கள் உண்டு. லுஃபா ஆக்குட்டாங்குலா (*Luffa acutangula*) என்பது இதன் தாவரவியல் பெயர். இது குக்கர்பிட்டேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்காயின் மேல் விலா எலும்புகள் போல் மேடான பகுதிகள் காணப்படுவதால் இதற்கு ரிப்டு கோர்ட் (ribed gourd) எனப் பெயர் வந்தது. இந்தியாவில் பீகார், வங்காளம், அசாம், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் இதனைச் சாகுபடி செய்கின்றனர். பீர்க்கு மேலை நாட்டோர்க்குத் தெரியாத ஒரு காய்கறியாகும். இதன் தாயகம் இந்தியாவாக இருக்கும் என கருதப்படுகிறது. இது இந்தியாவில் வடமேற்குப் பகுதியில் காட்டுக்கொடியாக வளர்ந்திருக்கிறது. ஏனைய பூசணி வகைகளை விட இதன் விதையில் குக்கர்பிட்டாசின்-பி என்னும் கசப்புப் பொருள் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

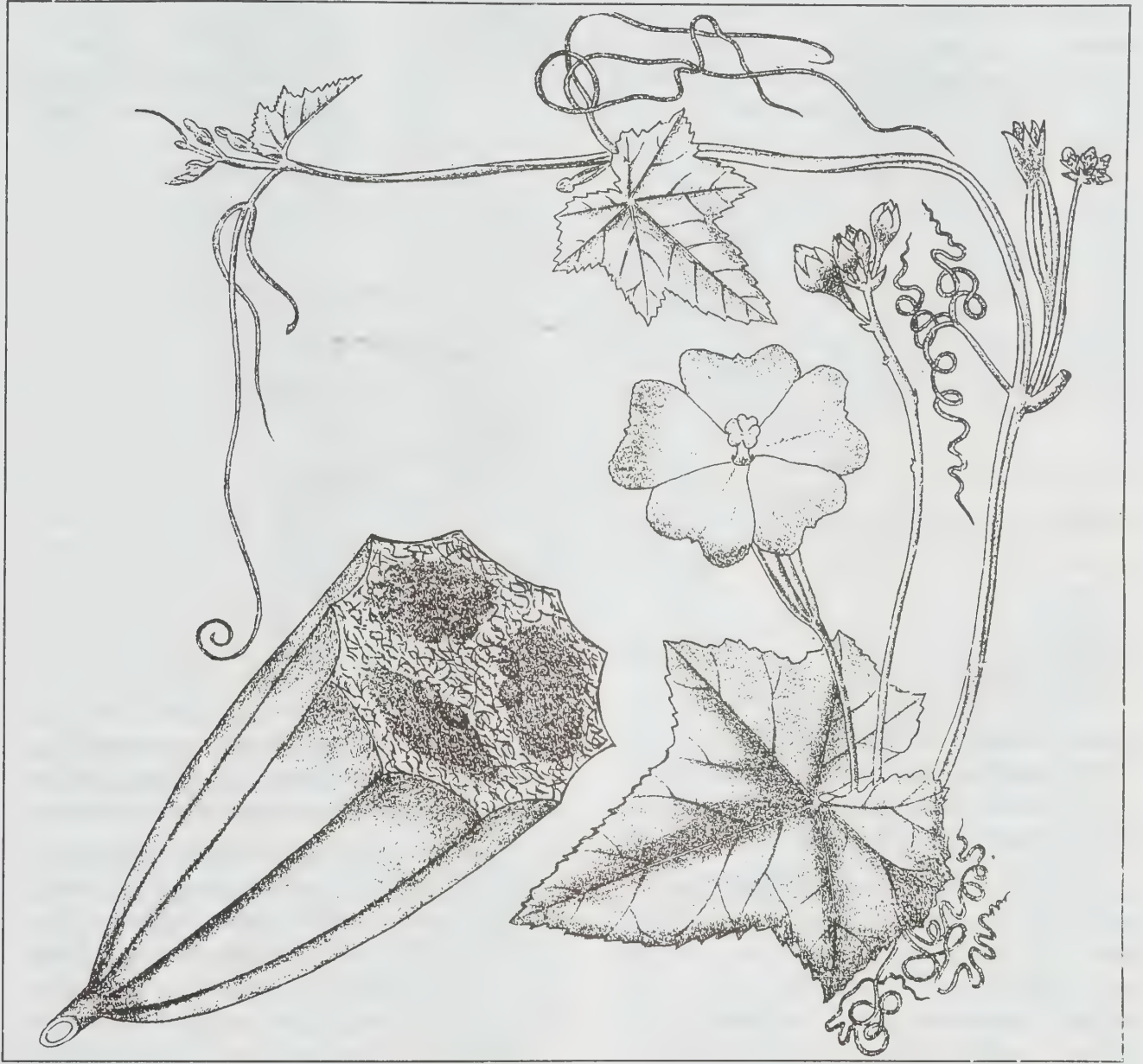
வளரியல்பு. இது தடித்த கொடி. இதன் தண்டில் வெட்டு உண்டானால் கெடுமணம் வெளிப்படும். தண்டு 5 கோணங்களையுடையது. மயிர் போர்த்தப்பட்ட பற்றுமப்பி

மூன்றாகவோ கூடுதலாகவோ பிரிந்திருக்கும். இலைகள் 5 - 7 பிளவு கொண்டவை. இலையின் கீழ்ப்பரப்பு இளம் பச்சை நிறமானது. ஆண், பெண் பூக்கள் ஒரே செடி வடிவில் தனித்தனியாக உண்டாகின்றன. பல ஆண் பூக்கள் கொத்தாக உண்டாகின்றன. மஞ்சரிக் காய்ப் பூ 15 - 35 செ.மீ. நீளமானது. பெண்பூக்கள் தனித்தனியாக இலைக்கக்கங்களில் உண்டாகின்றன. நறுமணப் பூக்கள் 4 - 5 செ.மீ. குறுக்களவுடையவை; சுரப்பியுடைய புல்லிவட்டம் ஐந்தாகப் பிரிந்திருக்கும். அல்லிகள் 2.0 - 2.5 செ.மீ. நீளத்தில், தலைகீழ் முட்டை வடிவில் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கின்றன. மகரந்தத் தூள்கள் மூன்று. மேல் மட்டச் சூலகப்பை, இழையைப் போன்றது. குட்டையான சூலகமுடி மூன்றாகப் பிரிந்திருக்கும். பூக்கள் மாலையில் மலர்கின்றன. குண்டாந்தடி வடிவான காயின் நுனியில் விரிவடைந்த நிலைத்த புல்லிகளும் சூலக முடியும் காணப்படும். காய்கள் கோணங்களுடனும் பத்து விலா எலும்பு போன்ற அமைப்புடனும் பல விதைகளை உள்ளடக்கியும் உள்ளன. விதைகள் கறுப்பாகவும் நுண்ணிய குழிகளைப் பெற்றுத் தட்டையாகவும் உள்ளன. இது அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் கொடி. கனியின் நுனியில் ஏற்படும் துளை மூலம் உலர்ந்த நிலையில் விதைகள் வெளிப்படும்.

சாகுபடி முறை. பீர்க்கங்கொடி சற்றுக் குளிர்ச்சியான பகுதியிலும் வளரும் தன்மையது. பல்வகையான மண்ணிலும் இதனைச் சாகுபடி செய்யலாம். ஆனாலும் மணல் கலந்து வடிகால் வசதியுடைய இருமண்பாடான நிலம் மிகவும் ஏற்றது. ஜூன் - அக்டோபர் மற்றும் ஜனவரி-பிப்ரவரி மாதங்களில் விதைக்கப்படுகிறது. இதன் சாகுபடிக்கு 2மீ. x 2மீ. இடைவெளியில் 45 x 45 x 45 செ.மீ. அளவுள்ள குழிகளைத் தோண்ட வேண்டும். குழிக்கு 10 கி.கி. வீதம் தொழு உரமிட்டு மண்ணுடன் நன்கு கலந்து நீர்ப் பாய்ச்சி குழிக்கு 6 விதைகள் வீதம் ஊன்ற வேண்டும். ஒவ்வொரு குழியிலும் அடியுரமாக 100 கிராம் கலப்புரம் எண் 6 (6:12:12) இட்டுக் கலக்கி விதைக்க வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு 2.5 கி.கி. விதைகளை எடுத்து 10 கிராம் திராம் மருந்துடன் கலந்து விதைத்தல் மண்ணிலிருந்து தாக்கும் பூசணங்களிலிருந்து இளஞ்செடிகளைப் பாதுகாக்க உதவும்.

விதைத்த 15 ஆம் நாள் நன்கு வளர்ந்துள்ள 3 செடிகளை விட்டுவிட்டு மற்றவற்றைக் கலைத்து விடுவதும், 30 ஆம் நாள் குழிக்கு 20 கிராம் வீதம் மேற்கூறியுள்ள கலப்புரத்தை இடுவதும் மிக இன்றியமையாதவை. சில செ.மீ. உயரம் வளர்ந்த கொடிகளைக், கொம்புகளை ஊன்றி ஏற்றிப் பந்தல் அமைத்துப் படரவிட்டு வளர்க்க வேண்டும். வாரம் ஒருமுறை நீர்ப் பாய்ச்சதலும் 2 அல்லது 3 முறைகளையெடுத்தலும் வேண்டும். விதைத்த 15 ஆம் நாள் முதல் எத்திரல் (etherel) என்னும்





பீர்க்கு (*Luffa acutangula*)

வளர்ச்சி ஊக்கியை 250 BPM அளவில் வாரம் ஒருமுறை தெளிக்க வேண்டும். விதைத்த 60 நாள்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. இளஞ்செடியின் வளர்நுனியைக் கிள்ளிவிட்டால் கூடுதலான பூக்கள் உண்டாகிக் காய்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கும். ஒரு கொடியில் 15 - 20 காய்கள் உற்பத்தியாகின்றன. ஒரு ஹெக்டேரிலிருந்து 14 - 15 டன் காய்கள் கிடைக்கும். விதைக்காக சாகுபடியாகும் பயிர்களில் காய்கள் நெற்றாகியதும் அறுவடை செய்ய வேண்டும். காய்கறிப் பயிர்களில் சிறிதளவு காம்புடன் காய்களை அறுவடை செய்தல்

காயின் சேமிப்புக் காலத்தை கூட்டுகிறது.

வகை. இந்தியாவில் பயிரிடப்படும் வகைகளில் பெரியகுளம் (PKM-1), பூசா நஸ்தர் (Pusa Nadsdhar), சத்பூசியா (Satpusia) என்பவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இவற்றுள் சத்பூசியா என்னும் வகை இருபாலினத் (hermaphrodite) தன்மையுடையது. இதன் காய்கள் அளவில் சிறியவையாகவும் கொத்தாகவும் உண்டாகின்றன. பூசா நஸ்தர் காய்கள் பச்சை நிறமானவை. கோ.1 வகை 125 நாள்களில் 14 டன் காய்களைத்



நுரைப்பீர்க்கு

தருகிறது. ஒவ்வொரு காயும் 300 கிராம் எடையிலும் 60 - 75 செ. மீ. நீளத்திலும் இளம் பச்சை நிறத்திலும் இருக்கும். BKM 1 வகை 160 நாள்களில் 28 டன் காய்களைத் தரும். இது நீளமான, அடர் பச்சை நிறமான காய்களை கொண்டது.

**நோய்ப் பூச்சிகள்.** நோய்களுள் இளஞ்செடியழுகல், அடிச்சாம்பல், இலைச்சுருட்டை முதலியவை குறிப்பிடத் தக்கவை. பேரழிவுண்டாக்கும் அடிச்சாம்பல் நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஹெக்டேருக்கு 1.25 கி.கி. மேன்கோசெப் மருந்தை இலை மீது தெளிக்க வேண்டும். பூசணி வண்டான ஆலோகாஃபோரா ஃபோவிக்ஃகோல்லிஸ் (*Aulacophora foveicollis*), டாக்கஸ் டைவெர்சஸ் (*Daccus diversus*) என்னும் பழ ஈ முதலியவையும் எருக்கில் தோன்றும். போசிலோசெரஸ் பிக்டஸ் (*Poecilocerus pictus*) என்னும் வெட்டுக்கிரியும் குறிப்பிடத்தக்கது. பழ ஈயின் தாக்குதல் இலையுதிர் பருவத்தில் மிகுந்திருக்கும். இப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த 1 லி. நீருக்கு 2 மில்லி மெத்தில் டெமட்டான் அல்லது ஃபெந்தியான் மருந்தை 15 நாள்கள் இடைவெளியில் தெளிக்க வேண்டும்.

**பயன்.** பீர்க்கங்கொடியை வீட்டுத் தோட்டங்களில், வளர்ப்பதோடு வணிகப்பயிராக இறைவையில் வளர்த்தும்

பயனடையலாம். விலா எலும்பு போன்ற பகுதிகளையும் சற்றுக் கடினமான மேல் தோலையும் சீவிய பின்பு துண்டு துண்டாக வெட்டி உண்ணலாம். காய்கள் மருத்துவத்திலும் பயனாகிறது.

காய் பசியைத் தூண்டும். குடலில் உள்ள புழுக்களையும், காய்ச்சலையும், பித்தத்தையும், காசநோயையும், இருமலையும் போக்கும். கல்லீரல் நோய், குட்டம், மூலம், பெருங்கிரந்தி ஆகிய நோய்கள் நீங்கவும் உதவும். விதைக்கு மலமிளக்கும் தன்மை உண்டு. இலைச்சாற்றைக் கண்ணிலிட்டுத் தூங்கி காலையில் எழு குழந்தைகளின் கண்ணுறுத்தல், கண்ணிமைகள் பசைபோல் பிடித்துக்கொள்ளல் போன்றவை குணமாகும். கம்போடியாவில் இதன் இலைகளைப் படைநோயைக் (ring worm) குணமாக்கப் பயன்படுத்துவர்.

**பேய்ப்பீர்க்கு, நுரைப்பீர்க்கு** என இரு வகைப் பீர்க்குகளும் உண்டு. பேய்ப்பீர்க்கு (*Luffa acutangula* var. *amara*) மேற்கு, மைய, தென்னிந்திய பகுதிகளில் காட்டுச் செடியாக வளர்ந்திருக்கும். இது உண்ணும் பீர்க்கைப் போன்றிருந்தாலும், இதன் இலை, பூ, காய், விதை முதலியவை சிறுத்திருக்கின்றன. காய்கள் 5 - 10, 2.5 - 3.8 செ.மீ. அளவானவை. மழைக்காலத்தின் இறுதியில் பூக்கள் உண்டாகிக் குளிர் பருவத்தில் காய்கள் தோன்றுகின்றன. காய்கள் மிகவும்



கசப்பானவை. விதையிலிருந்து 18.4% செம்பழுப்பு நிற எண்ணெய் எடுக்கலாம். இதில் பாமிட்டிக், ஸ்டீரிக், ஒலியிக், லினோலிக், லிக்னோசெரிக் கொழுப்பு அமிலங்கள் அடங்கியுள்ளன. இச்செடிபேதியை உண்டாக்கும்; தோல்நோய் மற்றும் ஆஸ்துமாவைக் குணமாக்க உதவும்; சிறுநீரைப் பெருக்கும். மண்ணீரல் வீக்கத்துக்கு உதவும்; மஞ்சள் காமாலைக்கு இதன் காய்களை உலர்த்திப் பொடித்து, மூக்குப் பொடி போல் பயன்படுத்துவதுண்டு. விதைகள் கால்நடைகளின் உடலில் தோன்றும் புண்களைக் குணமாக்கும்.

நுரைப்பீர்க்கின் தாவரப்பெயர் லுஃபா சிலிண்ட்ரிகா (*Luffa cylindrica*) என்பதாகும். லு. எஜிப்ஷியாகா (*L.aegyptiaca*) என்பது இதன் பழைய தாவரவியல் பெயர். இதன் தாயகம் இந்தியாவாக இருக்கும் எனக் கூறப்படுகிறது. கி.மு. 600ஆம் ஆண்டில் சீனாவிற்கு இது கொண்டு செல்லப்பட்டிருக்கலாம். ஆப்பிரிக்கா, ஜப்பான், தென் அமெரிக்கா, பிரேசில் முதலிய நாடுகளில் இது சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. இந்த ஒரு பருவக் கொடியின் தண்டு ஐங்கோணமுடையது. பற்று கம்பிகள் 2 அல்லது 3 அதற்கு மேலாகப் பிரிந்திருக்கும். இலை முட்டை அல்லது சிறுநீரக வடிவத்திலும், 5 கதுப்புகளைக் கொண்டும், பல் போன்ற இலையோரத்தைப் பெற்றும் இருக்கும். இலை நுனி கூராகவும் காம்பருகு பகுதி இதய வடிவமாகவும் உள்ளன. இலைக்காம்பின் நீளம் 5 - 10 செ.மீ., பூக்கள் 5 - 10 செ.மீ. குறுக்களவுடன் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். ஆண் பூக்கள் இலைக்காம்பில் 4 - 20 காணப்படும். மகரந்தத்தூள்கள் ஐந்தும் தனித்தனியானவை. பெண் பூக்கள் இலைக்கங்கங்களில் தனித்தனியாக உண்டாகின்றன. சூலகப்பை உருளை வடிவில் மென்மயிரால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். சூலகமுடி மூன்றாகக் கிளைத்திருக்கும். பூக்கள் விடியலில் மலர்கின்றன. மகரந்தச்சேர்க்கை பூச்சிகளின் உதவியால் நடைபெறுகிறது. காய்களின் நீளவாக்கில் கோடு அல்லது பள்ளம் இருக்கும். காயின் நுனியில் தடித்த சூலகத்தண்டும் புல்லி வட்டமும் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. விதைகள் தட்டையாகவும் வழுவழப்பாகவும் கறுப்பாகவும் சிறிதளவு இறக்கையுடனும் காணப்படும்.

நுரைப்பீர்க்கு நன்கு முற்றிய நெற்றிலிருந்து எடுக்கப்படும் விதைகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. இதில் விதைகள் தரைமேல் முளைக்கின்றன. இவை 1 - 1.2 மீ. இடைவெளியிலுள்ள குழிகளில் ஊன்றப்படுகின்றன. கொடிகள் படல்களில் படரவிடப்படுகின்றன. பக்கக் கொடிகளை அறுத்து முதன்மைத் தண்டு நன்கு வளர ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. முதலில் தோன்றும் ஆண் பூக்கள் நீக்கப்படுகின்றன. தரையில் படரும் காய்கள் தரமானவையல்ல. சூரிய ஒளி மிகுதியாக்கப்படும் காய்கள்

தரமிக்கவை. ஒரு கொடியில் 20 - 25 காய்களை மட்டும் விட்டுவிட்டு மற்றவற்றை நீக்கிவிடுவதுண்டு. காய்களின் கீழ் மற்றும் நுனிப்பகுதி மஞ்சளாகியதும் அவை அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. ஹெக்டேருக்கு 60 டன் விளைச்சல் கிட்டும். காய்களை ஓடும் நீரிலுள்ள தொட்டியில் மேல் தோல் அழுகும் வரை ஊற வைப்பதுண்டு. பின்பு இவற்றை நன்கு கழுவி விதையையும் சதையையும் நீக்கி வெளுக்க வைத்துப் பின் உலர்த்துவது வழக்கம். இதற்குப் பீர்க்குக்கு உரிய சாகுபடி முறையையே கடைப்பிடிக்கலாம். இக்கொடியில் சாம்பல் மற்றும் அடிச்சாம்பல் நோய்களும் பழையும் குறிப்பிடத்தக்கவை. நுரைப் பீர்க்கில் பூசா சிக்கி (*Pusa chikni*) என்னும் இந்திய வகை சிறப்பானது. நுரைப் பீர்க்கையின் காயில் உண்ணும் பகுதியில் நீர், புரதம், கொழுப்பு, நார்ப்பொருள், சாம்பல், கால்சியம், பாஸ்பரஸ், இரும்பு, நியாசின், ஹோலைக் போன்றவை உள்ளன.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பீவர்

இது பாலூட்டிகளில் ரொடென்ஷியா வரிசையிலுள்ள கேஸ்ட்டோரிடே குடும்பத்தை சேர்ந்த விலங்காகும். பீவர் (*beaver*) சாதாரணமாக 21 - 25 கி.கி. எடை கொண்டதாக உறுதியான உடலைப் பெற்றிருக்கும். 75 செ.மீ. நீளமுள்ள உடலையும், 38 செ.மீ. நீளமுள்ள வால் பகுதியையும் பெற்ற இது நீரில் கூடாரம் போன்ற தீவுகளை அமைத்து வாழக் கூடியது. இது அகன்று பரந்த வால் செதில்களைக் கொண்டிருக்கும். வால் முள்ளெலும்புகளின் இடைநீட்சிகள் அகன்று பிளவுபட்டு ஆதாரத்தை கொடுப்பவையாக உள்ளன. இதன் கால்கள் பொதுவாக நடப்பதற்கோ ஓடுவதற்கோ பயன்படா. பின் கால்களின் விரலிடைச் சவ்வு நன்கு வளர்ச்சி பெற்று மிக வேகமாக நீந்த உதவுகிறது. இது ஏறத்தாழ 15 நிமிடங்கள் நீருக்கடியில் இருக்கும் தன்மை உடையது. அப்போது இதன் காதுகளும், சுவாசத் துளைகளும் தாமாவே அடைப்பிதழ்களினால் மூடப்பட்டு விடுகின்றன. இவற்றின் மயிரடர்ந்த மேற்தோல் (*fur*) நீர்ப் பாதுகாப்பு அளிக்கும் தன்மை உடையது.

உளி போன்ற உருவில் காணப்படும் வெட்டும் பற்கள் உணவைக் கொறிக்கப் பயன்படுகின்றன. அளவில் பெருத்தும் வளைந்தும் இருக்கும் இப்பற்களின் முன்பரப்பில் மட்டும் பற்சிப்பி காணப்படுகிறது. அகன்ற மேற்பகுதியைப் பெற்றிருப்பதுடன், இடைவிடாது பயன்படுத்தப்படுவதாலும் வெட்டும் விளிம்புடன் கூடிய இப்பற்கள் வளர்ந்து



பீவர் (Beaver)

கொண்டேயிருக்கும். பீவரின் இரட்டை விளிம்புள்ள நகங்கள் கொண்ட இரண்டாம் பின் கால் விரல் இதன் தனிச்சிறப்பாகும். இத்தகவமைப்பு மேற்கோல் மூடி சேறு பட்டவுடன் தூய்மை செய்ய உதவுகிறது.

அனைத்துண்ணியான பீவர் உணவிற்காக மரக்கிளை, இலை, கிழங்கு, கனி போன்றவற்றைச் சேகரிக்கிறது. எனினும் அவற்றின் காய்ந்த பகுதிகளை வீடு கட்டப் பயன்படுத்தி கொள்கிறது. பீவர் சிறிய மரக்கிளைகளையும் தளிர் இலைகளையும், பல கிழங்கு வகைகளையும் நீருக்கு அடியில் வீட்டின் கீழ்ப்பகுதியில் சேகரித்து வைக்கிறது. குளிர் காலத்தில் இவற்றை உணவாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. மேலும் குளிர் காலத்தில் கூடப் பனிக்கட்டியின் அடியில் நீரில் நீந்திச் சென்று தாவரங்களின் வேர்களையும், கிழங்கு வகைகளையும் உணவாக கொள்கிறது. இது நரி, கரடி போன்ற விலங்குகளிடமிருந்து தற்காத்துக் கொள்ளத் துணையாகிறது. இவ்விலங்கு பிற விலங்குகளைப் போலக் குளிர்கால உறக்கம் (hibernation) கொள்வதில்லை.

பீவரில் இரண்டு சிறப்பினங்கள் உண்டு. ஒன்று ஐரோப்பாவிலும் மற்றொன்று வட அமெரிக்காவிலும் வாழ்வவை. முதல் இனம் மைய மற்றும் வட ஐரோப்பாவில் மிகுந்து காணப்பட்டுப் பின்னர் அருகிவிட்டது. எனினும் பிரான்ஸ் நாட்டில் ரோனி பள்ளத்தாக்கிலும், வடஜெர்மனியிலும் தற்போது அரசினரால் பாதுகாக்கப்பட்டு வருகிறது. பீவரின் மூதாதையரின் புதைப்படிவங்கள் ஐரோப்பாவில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. அவை 2 மீ. நீளம் வரை இருந்திருக்கக்

கூடுமென கணக்கிடப்படுகிறது. வட அமெரிக்கப் பீவர் மெக்சிகோவிலிருந்து அலாஸ்கா மலைப்பகுதி வரை பரவி வாழ்ந்திருந்தது. ஆனால் இதை இப்போது காண்பது அரிதாகிவிட்டது. இதன் தோல் மென்மையாகவும் தடித்தும் நீர்ப் பாதுகாப்புள்ளதாகவும் அழகான மரநிறத்தில் மென்கோடுகள் பெற்றும் இருக்கிறது. இறைச்சிக்காக மிகுதியாக வேட்டையாடப்படாவிட்டாலும் மயிரடர்ந்த மேற்கோலிற்காக இது பெரிதும் வேட்டையாடப் படுகிறது.

பீவர் எப்போதும் சிறு குடும்பமாகவே வாழ்கிறது. ஆற்றங்கரைகளில் மரங்களைக் கொண்டு சிறு அணை கட்டிச் செயற்கைக் குளங்களைக் கட்டுகிறது. இதில் தமது தங்குமிடங்களைக் மரத்தார் கட்டி மண்ணால் பூசுகிறது. மரங்களையும் பற்களால் கொரித்து வீழ்த்தி கல்லையும் மண்ணையும் சேர்த்துக் கட்டி முடிக்கிறது. பெரும்பாலும் ஆண் பீவர் இப்பணியைச் செய்து முடிக்கிறது. இச்சிறு குளங்களிலுள்ள நீர் விரைவில் வற்றி விடாத அளவிற்கு ஆழமுடையதாக நீண்டு அமையும்படி உயரமான அணைகளைக் கட்டுகிறது. இவ்வகையில் கட்டப்பட்ட தங்குமிடங்களை அடைய, நீர் மட்டத்திற்கடியில் நுழைவாயில் (castorium) ஒன்றை அமைத்துக்கொள்கிறது. ஒவ்வொரு குடும்பத்திலும் தந்தைப் பீவர் தலைமேயேற்று மற்றவற்றைக் காக்கிறது. முழுப் பருவமடைந்த ஆண் பீவர் தனியே சென்று குடும்பம் ஒன்றை அமைத்துக் கொள்ளும்.

ராம சிருஷ்ணன்

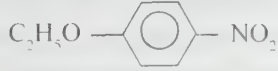
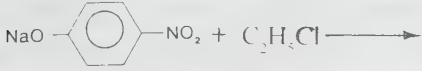


## பீவிரைட்

இது  $\text{CuO} \cdot \text{PbO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_3$  எனும் வேதி உட்கூறினைக் கொண்ட கனிமமாகும். பீவிரைட் (beaverite) அறுகோணப் படிகத் தொகுதிகளில் படிகமாகிறது. இதன் ஒப்பளத்தி 4.36 மஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படும் இக்கனிமம் எதிர்மறை ஒளிக் குறியினை உடையது. இது ஹார்ன்சில்வர் சுரங்கம், ஃபிரிஸ்கோ, பீவர்கோ, உட்டா பகுதியிலிருந்து கிடைக்கிறது.

## ஃபீன் அசெட்டின்

வலி நீக்கியாகவும், காய்ச்சல் குறைப்பியாகவும் விளங்கும் மருந்துகளில் இதுவும் ஒன்று. அசெட்டினிலைடு இதற்குத் தக்க சான்றாக அமைகிறது. p-ஃபீனிட்டிடின் சேர்மத்தின் அசெட்டைல் பெறுதி ஃபீன் அசெட்டின் ஆகும். இது பின்வரும் வினை மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.



வினைபொருளை அமினாக ஒடுக்கி, அதனை அசெட்டைல் ஏற்றம் செய்தால் ஃபீன் அசெட்டின் கிடைக்கிறது. இதன் அமைப்பு வருமாறு:

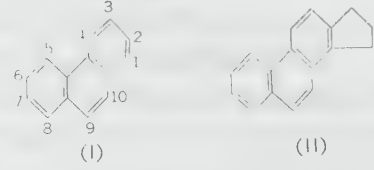


இவ்வினை ஒரு தொடர் வினையாக அமைகிறது. இதில் ஃபீனால், அசெட்டிக் அமிலம், எத்தில் குளோரைடு ஆகியன தொடர்ந்து ஈடுபடுத்தப்படும். ஃபீன் அசெட்டின் அசெட்டினிலைவிடக் குறைந்த நச்சுத்தன்மையுடையது. ஆனால் இது குருதி ஆக்சிஜனுடன் இணையும் திறனைக் குறைக்கிறது.

த. தெய்வீகன்

## ஃபீனாந்தரின்

இது ஒரு நிறமற்ற ஹைட்ரோ கார்பன் திண்மம்; இதன் மூலக்கூறுவாய்பாடு  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}$ ; உருகுநிலை  $100^\circ\text{C}$ ; கொதிநிலை  $332^\circ\text{C}$ . ஃபீனாந்தரின் (I) பொதுவாக கரித்தாரிலிருந்து பெறப்படுகிறது. ஆனால் இதனை நிலக்கரியை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதாலும் பெறலாம்.



கார்பசோலும், ஆந்தரசீனும் (பொதுவாக பண்படா ஃபீனாந்தரினில் இது உள்ளது) இதில் கலந்து கலவைப் படிகங்களாக இருப்பதால், வணிக முறையில் பெறப்படும் ஃபீனாந்தரின் தூய்மையான ஃபீனாந்தரின்னைவிட அதிக வெப்பநிலையில் உருகுகிறது.

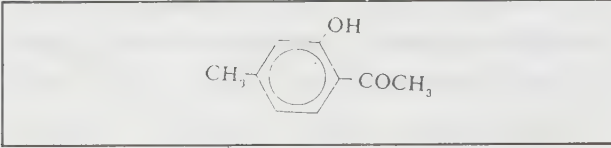
ஃபீனாந்தரின்னை தாமிர குரோமைட் வினை யூக்கியைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் 9,10 - டைஹைட்ரோ ஃபீனாந்தரின்னும், இதனை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் 9, 10 ஃபீனாந்தரின் குய்னோனும் விளைகின்றன. பொதுவாக, பதிலீட்டு வினைகளினால் கலவை வினைபொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது கடினம்.

ஃபீனாந்தரின் அவ்வளவு பயன்மிக்க சேர்மமன்று; இதனை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் சீர்மை ஆக்ட்டாஹைட்ரோ ஃபீனாந்தரின் உண்டாகிறது; இதனை மாற்றியமைத்து ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்தால் ஆந்தரசீன் விளைகிறது. சில அலக்கலாய்டுகளை சிதைப்பதால் விளையும் ரெசின் அமிலங்களில் ஃபீனாந்தரின் அணுக்கரு உள்ளது. 1, 2 - வளைய பென்ட்டனோஃபீனாந்தரின் (II) ஒடுக்க வினைபொருள்கள் ஸ்டிராய்டுகளின் அமைப்பாகக் கருதப்படுகிறது.

த. தெய்வீகன்

## ஃபீனால்

ஃபீனால் என்பது ஒற்றை ஹைட்ராக்சி பென்சீன் என்னும் சேர்மத்திற்குரிய பெயராகவும் ( $C_6H_5OH$ ) அரோமாட்டிக் உட்கருவுடன் (nucleus) இணைந்த ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இணைந்த அமைப்பிற்குரிய பொதுப் பெயராகவும் விளங்குகிறது. ஆல்கஹால்களைப் போலவே ஃபீனால்களும் எளிய பெயர்களால் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இவை IUPAC பெயரிடுதல் முறையின் ஒரு பகுதியாகவும் உள்ளன. காட்டாக, மெத்தில் ஃபீனால்கள், கிரசால்கள் (cresols) என்றும், ஹைட்ராக்சி நாஃப்தலீன்கள், நாஃப்தால்கள் (naphthols) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. பல்வளைய அரோமாட்டிக் சேர்மங்களின் ஹைட்ராக்சி தொகுதிகள் இணைந்திருக்கும்போது அவற்றின் ஹைட்ரோகார்பன் இறுதியில் இருக்கும். 'e' க்குப் பதிலாக ol (அல்) ஐச் சேர்ப்பதன் மூலம் பெயரிடப்படுகிறது. காட்டாக, கிரைசீனிலிருந்து (chrysene) பெறப்படும் ஃபீனால்கள் கிரைசினால்கள் (chrysenols) எனப் பெயரிடப்படுகின்றன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் தவிர்ந்து ஏனைய வினையுறு தொகுதிகளும் அரோமாட்டிக் கருவுடன் இணைந்திருந்தால் அது உட்கருவில் இணைந்திருக்கும் இடத்தை எண்ணால் குறிப்பிட்டு ஹைட்ராக்சி என்னும் முன்னொட்டும் சேர்த்துப் பெயரிடப்படும். எ - டு:



4 - மெத்தில் - 2 - டைஹைட்ராக்சி அசெட்டோஃபீனோன்

பொது இயல்பு. பொதுவாக அறை வெப்பத்தில் ஃபீனால்கள் நிறமற்ற நீர்மங்களாகவோ வெள்ளைத் திண்மங்களாகவோ காணப்படுகின்றன. ஒற்றை ஹைட்ராக்சில் ஃபீனால்கள் தனித்த மணமுடையனவாக உள்ளன. ஃபீனால்கள் வரிசையின் முதலாம் சேர்மமான ஃபீனால் இனிப்பு மணமுடையதாகவும், அதையடுத்து உயர் சேர்மங்கள் எரிச்சலூட்டும் மணமுடையனவாகவும் உள்ளன. டைஹைட்ராக்சில் சேர்மங்கள் (எ-டு: ரிசார்சினால், ஹைட்ரோகுய்னோன்) மிகு மணமில்லாதவையாக உள்ளன. டிரைஹைட்ரிக், பாலிஹைட்ரிக் ஃபீனால்கள் மணமற்றவையாக இருக்கின்றன. ஃபீனால்கள் அவற்றின் மூல ஹைட்ரோ கார்பன்களை விடக் கூடுதல் உருகுநிலை, கொதிநிலை, அடர்த்தி ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளன.


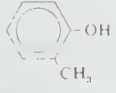
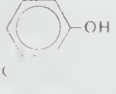
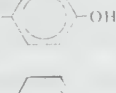
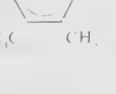
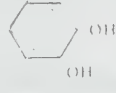
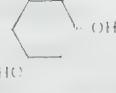
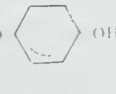
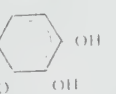
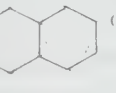
ஆல்கஹாலில் இருக்கும் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியை விட ஃபீனால் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி மிகையளவில் பிரிகையடையும். எனவே, இவற்றின் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வன்மையாக உள்ளது. இதனால் ஆல்கஹால்களைவிட ஃபீனால்கள் நீரில் மிகுதியாகக் கரைகின்றன; மேலும் இவற்றின் கொதிநிலையும் கூடுதலாக இருக்கிறது. மோனோ ஹைட்ரிக் ஃபீனால்கள் நீரில் குறைவாகவும், பாலிஹைட்ரிக் ஃபீனால்கள் மிகுதியாகவும் கரைகின்றன. பெரும்பாலான ஃபீனால்கள் ஆக்சிஜன் அணுவுள்ள கரிமக் கரைப்பான்களில் எளிதில் கரைகின்றன; ஆனால் முனைவில்லா அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களில் பெரிதும் கரைவதில்லை. ஃபீனால்களின் பென்சீன் தொகுதியில் அல்க்கைல் தொகுதிகள் பதிலீடு செய்யும்போது முனைவில்லாக் கரைப்பான்களில் கரையும் திறன் அதிகரிக்கிறது.

ஃபீனால்கள் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளாகவும், நச்சு எதிர்ப்பியாகவும் செயல்படுகின்றன. அவற்றின் இப்பண்பு அவற்றில் இணைந்துள்ள அல்க்கைல் தொகுதிகளின் கார்பன் எண்ணிக்கை ஆறு ஆக இருக்கையில் பெருமமாகக் காணப்படும். ஃபீனால் எரிச்சலூட்டக்கூடியதாகவும் நச்சுத் தன்மையுடையதாகவும் உள்ளது; ஃபீனால் படி வரிசையில் மேலே செல்லச் செல்ல அவற்றின் இப்பண்புகள் குறைகின்றன. பாலிஹைட்ரிக் ஃபீனால்கள், ஃபீனாலைவிட மிகு நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவையாகவும் ஆனால் ஃபீனாலைவிடக் குறைந்த அளவிலேயே எரிச்சலூட்டும் தன்மையுடையவையாகவும் உள்ளன.

கிடைத்தலும் தயாரித்தலும். நிலக்கரி அல்லது கரித்தாரைச் சிதைத்துக் காய்ச்சி வடிப்பதால் இயற்கையில் ஃபீனாலைப் பெறலாம். இது முதன்முதலில் 1834இல் ஃபிரெட்ரீப் ஃபெர்டினான்ட் ரூச் என்னும் ஜெர்மன் வேதியியலாரால் கரித்தாரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டுக் காப்போலிக் அமிலம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. 1841இல் ஃபிரெட்ரீக் வேதியியலாரான ஆகஸ்ட் லாரெண்ட் என்பாரால் தூய ஃபீனால் கரித்தாரிலிருந்து பெறப்பட்டு ஃபீனிக் அமிலம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. முதலாம் உலகப் போருக்கு முன் ஃபீனால் கரித்தாரிலிருந்தே தயாரிக்கப்பட்டு வந்தது. நெகிழிகள் பெருமளவில் தயாரிக்கத் தொடங்கியபின் ஃபீனாலின் தேவை மிகுதியானது. எனவே ஃபீனால் தயாரிக்க மூலமாக இருப்பது பென்சீன் ஆகும். இதனைச் சல்ஃபோனேற்றம், குளோரினேற்றம், அல்க்கைலேற்றம் (புரோப்பிலீனுடன்) ஆகிய முறைகளில் வேதிவினைக்குட்படுத்திப் ஃபீனாலைத் தயாரிக்கலாம்



## ஃபீனால்களின் இயல்பு

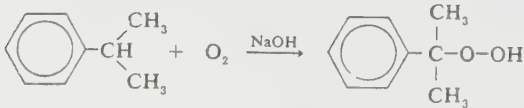
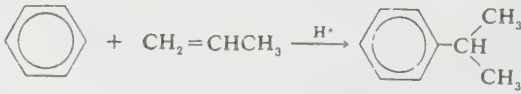
பெயர்	அமைப்பு	உருகுநிலை (°C)	கொதிநிலை (°C)	அடர்த்தி $d_4^{20}$
ஃபீனால்		43	181.75	1.0576
O-கிரிசால்		30.94	190.95	1.0273
m-கிரிசால்		11.5	202.2	1.0336
p-கிரிசால்		34.8	201.9	1.0178
2,3 டைமெத்தில் ஃபீனால்		75	218	1.16
பைரோ கேட்டகால்		105	245	1.1493(21°C)
ரிசார்சினால்		111	280	1.2717
ஹைட்ரோ குய்னான்		173.4	285.7	1.328(15°C)
பைரோகலால்		133	309	1.453 (4°C)
2-நாஃப்தால்		123	295	1.28

ஃபீனாலைத் தவிர, கரித்தாரிலிருந்து கிரிசால்கள், சைலீனால்கள், பிற உயர் ஃபீனால் சேர்மங்கள் ஆகியன பெறப்பட்டன. தாவரத்தின் இலை, விதை ஆகியவற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் ஆவியாகும் தைலங்களில் ஃபீனால்கள் தனித்த நிலையில் உள்ளன

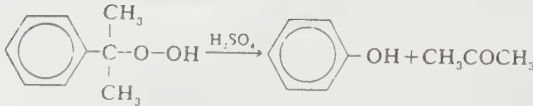
### செயற்கைத் தொகுப்பு

குறைந்த அளவில் மோனோ ஹைட்ரிக் ஃபீனால்களைப் பின்வரும் தொகுப்பு முறைகளில் தயாரிக்கலாம்.

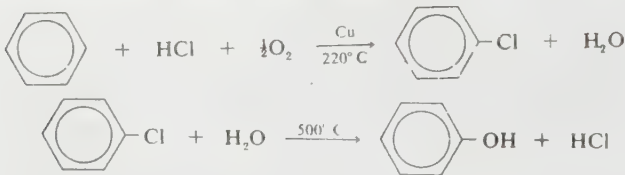
**கியூமின் முறை.** இதில் முதலில் பென்சீன், புரோப்பிலீனுடன் சேர்த்து அல்கைலேற்றம் செய்யப்படுகிறது. இதனால் கியூமின் விளைகிறது. கியூமின் பின்னர் கார வினையூக்கி உடனிருக்க ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது கியூமின் ஹைட்ரோபெராக்சைடும் அதனை அமில வினையூக்கியினால் பிளவுறச் செய்வதால் ஃபீனாலும் அசெட்டோனும் உண்டாகின்றன. இம்முறையால் டொலுயினிலிருந்து கிரிசால்கள் தயாரிக்கலாம்.



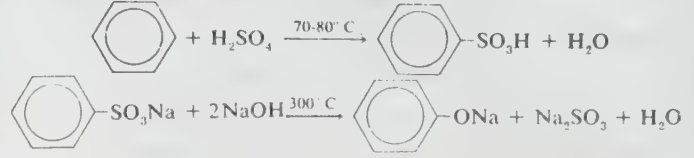
கியூமின் ஹைட்ரோபெராக்சைடு



**குளோரினேற்றம்.** பென்சீனை ஹைட்ரஜன் குளோரைடு, ஆக்சிஜனால் குளோரினேற்றம் செய்வதால் குளோரா பென்சீன் உண்டாகிறது. ஆவி நிலையில் குளோரா பென்சீனை வினையூக்கியின் மேல் செலுத்தி நீராற்பகுக்கும்போது ஃபீனால் உண்டாகிறது.



மாற்று முறையில் இடையில் உண்டாகும் குளோரா பென்சீனைக் காய்ச்சி வடித்துத் தூய்மையாக்கி நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடால் உயர் அழுத்த, வெப்பநிலைகளில் நீராற்பகுக்கப்படுகிறது.



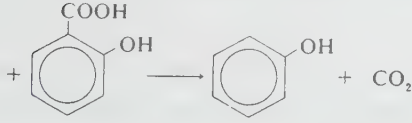
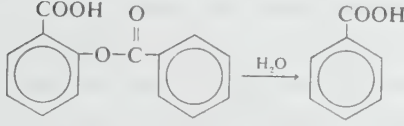
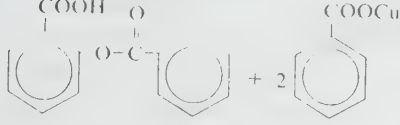
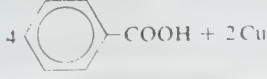
சோடியம் ஃபீனாக்சைடைப் பிரித்தெடுத்து ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிப்பதால் ஃபீனால் உண்டாகிறது.

**சல்ஃபானேற்றம்.** பென்சீன் நீர்மத்துடன் சல்ஃபூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து சல்ஃபானேற்றம் செய்து விளையும் சேர்மத்தைச் சோடியம் சல்ஃபைட்டால் நடுநிலையாக்கினால் சோடியம் பென்சீன் சல்ஃபோனேட் உண்டாகிறது. இதைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைச் சேர்த்து உருக்கும்போது உண்டாகும் ஃபீனாக்சைடைச் சல்ஃபர் டிரை ஆக்சைடால் நடுநிலையாக்கினால் ஃபீனால் உண்டாகிறது.

**டொலுயின் ஆக்சிஜனேற்றம்.** கோபால்ட் உப்பு வினையூக்கியையும் காற்றையும் பயன்படுத்தி டொலுயினை  $130 - 134^\circ\text{C}$  வெப்பத்தில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் பென்சோயிக் அமிலம் உண்டாகிறது. இரண்டாம் நிலை காற்று நீராவி தாமிரம் - மக்னீசியம் உப்புக் கலவையைப் பயன்படுத்திக் குப்ரிக் பென்சோயேட்டை உண்டாக்குவதாகும். குப்ரிக் பென்சோயேட் சிதைவடைந்து குப்ரஸ் பென்சோபேட்டும் பென்சோயில் சாலிசைலிக் அமிலமும் உண்டாகின்றன. நீராவி, அமில எஸ்ட்டரைப் பென்சோயிக், சாலிசைலிக் அமிலங்களாக நீராற்பகுக்கும். சாலிசைலிக் அமிலம் சிதைவடைந்து ஃபீனாலும், கார்பன் டைஆக்சைடும் கிடைக்கின்றன.

**வேதி வினைகள்.** ஆல்கஹால்களின் வேதி வினைகளிலிருந்து ஃபீனால்களின் வேதிவினைகள் அவற்றின் அமிலத் தன்மையால் அவை காரங்களுடன் வினைபுரிந்து கார - உலோக உப்புகளான ஃபீனாக்சைடுகளைக் (ஃபீனோலேட்டுகள்) கொடுக்கின்றன. இந்த உப்புகள் அமிலங்கள் அல்லது கார்பன் டைஆக்சைடால் எளிதில் சிதைவடைகின்றன.



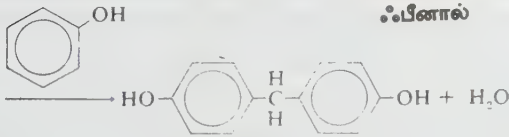


ஃபீனால்கள் மூல ஹைட்ரோகார்பன்களை விட ஆர்த்தோ, பாரா நிலைகளில் எளிதில் அல்கைலேற்றம் அடைகின்றன. கார உலோக ஃபீனாக்கைடுகளுடன் அல்கைல் ஹைலைடுகள் அல்லது இரு அல்கைல் சல்ஃபேட்டுகள் வினைபுரிந்து ஃபீனால் ஈதர்கள் உண்டாகின்றன. அமிலக் குளோரைடுகள் அல்லது நீரிலிகள் ஃபீனாலுடன் வினைபுரிவதால் ஃபீனால் எஸ்ட்டர்கள் உண்டாகின்றன.

பென்சீனின் எளிய பெறுதியாக விளங்கும் ஃபீனாலை எளிதில் குளோரினேற்றம், நைட்ரோ ஏற்றம், சல்ஃபோனேற்றம் செய்யலாம். வினையூக்க ஹைட்ரஜேனேற்றம் செய்வதால் ஃபீனால் வளைய ஹைக்கனால், வளைய ஹைக்கேன் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கிறது. ஃபீனாலின் முதன்மை வினை ஃபார்மால்டிஹைடுகளுடன் அதன் குறுக்க வினையாகும். இதனால் வினையும் ஃபீனால் - ஃபார்மால்டிஹைடு ரெசின்கள் பல பயன்களைக்



மெத்திலால்  
ஃபீனால்



மெத்திலின் டை ஃபீனால்

கொண்டவை. காரநிலையில் ஃபீனாலும் ஃபார்மால்டிஹைடும் வினைபுரியும்போது மெத்திலால் ஃபீனால்களும், மெத்திலின் டைஃபீனாலும் உண்டாகின்றன.

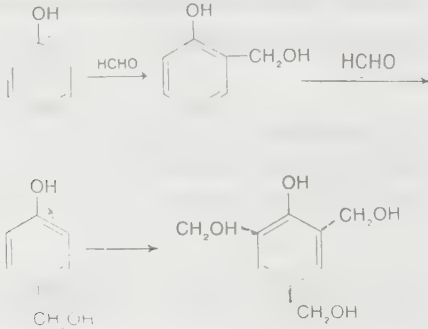
பயன். ஃபீனால் பெரும்பாலும் சீழ் எதிர்ப்பியாகப் (antiseptic) பயன்படுகிறது. ஃபீனால்கெழு (phenol coefficient) என்னும் அளவு நச்சுக் கொல்லியின் (disinfectants) திறனை அளக்கப் பயன்படுகிறது. ஃபீனால் கூடுதல் எரிச்சலூட்டும் தன்மையுடையதாக இருப்பதால் உயர் ஃபீனால் சேர்மங்கள் அல்லது ஃபீனால் பெறுதிகள் ஃபீனாலுக்குப் பதில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. முதலாம் உலகப்போரின் போது ஃபீனாலின் டிரைநைட்ரோ பெறுதியான பிக்ரிக் அமிலம் பெருமளவில் வெடிமருந்தாகப் பயன்பட்டமையால் ஃபீனாலின் தேவை மிகுந்தது. மேலும் பேக்லைட் மாதிரி ரெசின்கள் நெகிழித் தொழிலகங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டாலும் அதன் தேவை உயர்ந்தது. கார்பாக்சி ஃபீனால்கள் (சாலிசைலேட்டுகள்) ஆஸ்பிரின், சாயங்கள், மணப்பொருள்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. குளோரோஃபீனால் பெறுதிகள் காளான் கொல்லி (fungicides), பாக்டீரியாக் கொல்லிகளின் (bactericides) தயாரிப்பில் மூலப் பொருள்களாக உள்ளன. அல்கைல் ஃபீனால்கள் செயற்கை அழுக்கு நீக்கிகள் தயாரிப்பிலும், ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பிகள் தயாரிப்பிலும் அடிப்படையாகின்றன. சல்ஃபோனிக் அமிலத்தைச் செயற்கைப் பதப்படுத்தும் பொருள் (tanning agents) உண்டாக்கவும், டிரைஃபீனைல் பாஸ்ஃபேட் செல்லுலோஸ் அசெட்டேட் படிமம் (film) தயாரிப்பில் நெகிழி ஆக்கியாகவும் (plasticizer) ஃபீனால் பயனாகிறது. பெருமளவில் ஃபீனால் வளைய ஹைக்கனலாக மாற்றப்பட்டுப் பின்னர் அது நைலான் தயாரிக்கவும், எப்பாக்சி ரெசின் தயாரிப்பில் பயன்படும் பிஸ்ஃபீனால் உண்டாக்கவும் உதவுகிறது.

த. தெய்வீகன்

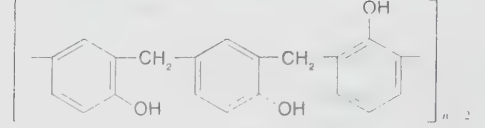
துணைநூல். R.T. Morrison and R. N. Boyd, Study Guide to Organic Chemistry, Sixth Edition, Prentice - Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi, 1994.

## ஃபீனாலிக் ரெசின்

வெப்பத்தால் இறுகும் வகையைச் சேர்ந்த (thermosetting) நெகிழியான ஃபீனாலிக் ரெசின் மிகப் பயனுள்ள பொருளாகும். 1872இல் பேயர் என்பார் ஃபீனால்கள் ஆல்டிஹைடுகளுக்கிடையே உருவாகும் ரெசின்களைப் பற்றி விளக்கினார். இவற்றிற்கு ஃபீனாலிக் ரெசின்கள் என்று பெயர். 1909இல் பேக்லாண்ட் என்பவர் ஃபீனாலிக் ரெசின்களைத் தயாரிக்கும் முறையையும் பயன்களையும் விளக்கினார். ஃபீனால்களும் ஆல்டிஹைடுகளும் வினைபுரிந்து குறுக்கமடைகின்றன. வினையில் உண்டாகும் நீர் வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஃபீனாலில் உள்ள வினைபடு ஹைட்ரஜனின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து விளைபொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இரண்டு வினைபடு ஹைட்ரஜன் மட்டுமே இருப்பின் நெகிழிகள் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆர்த்தோ மற்றும் பாரா - கிரசால்கள் நேர்கோட்டுப் பல்லுறுப்பிகளைக் கொடுக்கின்றன. இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வினைபடு ஹைட்ரஜன்கள் இருப்பின் குறுக்குப் பிணைப்புகள் கொண்ட இறுகும் நெகிழிகள் கிடைக்கின்றன. ஃபீனால், மெட்டாகிரசால், ரிசார்சினால் போன்றவை குறுக்குப் பிணைப்பு கொண்ட பல்லுறுப்பிகளைக் கொடுக்கின்றன. ஆல்டிஹைடுகளில் பெரும் செயல்திறன் கொண்டது ஃபார்மால்டிஹைடு ஆகும். பெருமளவு ஃபீனாலிக் ரெசின்கள் தயாரிப்பதில் ஃபார்மால்டிஹைடு பயன்படுகிறது. அமில அல்லது கார வினைவேகமாற்றிகளின் முன்னிலையில் ரெசின்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வினைவேக மாற்றிகளின் தன்மை, வினைபடு பொருள்களின் அளவு (மோல் வீதம்) இவற்றைப் பொறுத்து விளைபொருளின் தன்மை அமைகிறது. இவ்வினைகளில் மெத்திலால் பெறுதிகள் கிடைக்கின்றன.

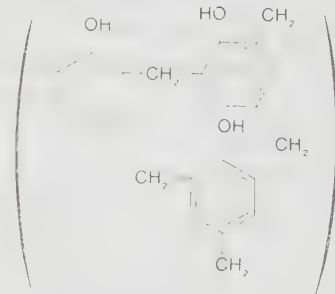


இவற்றிற்கு ஒரு படி (monomer) என்று பெயர். இவை மேலும் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்படுகின்றன. அமில வினைவேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில், ஃபார்மால்டிஹைடு, ஃபீனால் வீதம் ஒன்றுக்குக் குறைவாக இருக்கும்போது மெத்திலால் பெறுதிகள் குறுக்கமடைந்து நேர்கோட்டுப் பல்லுறுப்பிகளை உண்டாக்குகின்றன.



இவற்றின் மூலக்கூறு எடை ஏறத்தாழ 1000 ஆகும். இவைக் கரிம கரைப்பான்களில் கரையக்கூடியவையாகவும் உருக கூடியவையாகவும் விளங்குகின்றன.

காரங்களின் முன்னிலையில், பெருமளவு ஃபார்மால்டிஹைடுடன் வினைப்படும்போது மெத்திலால் பெறுதிகள் குறுக்கமடைந்து, குறுக்குப் பிணைப்புகள் உருகாத, கரைப்பான்களில் கரையாக பொருள்களைத் தருகின்றன.





## பெருமளவில் தயாரித்தல்

### ஒருபடி ரெசின் (one - stage resin).

இம்முறையில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படுகிறது. ஃபார்மால்டிஹைடுஃபீனால் 1.25:1 என்னும் வீதத்தில் இருக்க வேண்டும். காரம், பார்மால்டிஹைடு, ஃபீனால் போன்றவற்றைப் பொருத்தமான நிக்கல் அல்லது எஃகு பாத்திரங்களில் எடுத்துக்கொண்டு வினைபுரியச் செய்யவேண்டும். வெப்பத்தைக் கவனமாக ஒழுங்குபடுத்த வேண்டும். வினையில் உண்டாகும் நீர், காய்ச்சி வடித்து வெளியேற்றப்படுகிறது. இம்முறையில் சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழி ரெசின்கள் கிடைக்கின்றன.

இவ்வாறு கிடைத்த ரெசினைக் கலக்கும் பாத்திரங்களில் எடுத்துக்கொண்டு நிரப்புப் பெருள் (filler), நிறமூட்டி (colorant), உராய்வு நீக்கி (lubricant) ஆகியவற்றைச் சேர்த்துக் கலக்க வேண்டும். இக்கலவையை அரைத்துப் பொடியாக்கிக் கொள்ள வேண்டும். இந்த ரெசினை அச்சுகளில் வார்க்கும்போது ஃபார்மால்டிஹைடு மற்றும் ஃபீனாலுக்கிடையே வினை முற்றுப்பெற்று, குறுக்குப் பிணைப்புகளைக் கொண்ட, உருக்க முடியாத, கரைப்பான்களில் கரையாத பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

மிக அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முறையின்படி சோடியம் ஹைட்ராக்சைடையும், ஃபீனாலையும் வரிசையாகப் படுக்கை அமைப்பில் உள்ள நான்கு வினைக்குழாய்களின் வழியே செலுத்த வேண்டும். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடன் அளவை அடுத்தடுத்துள்ள குழாய்களில் அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்குமாறு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். வினையை 16 நிமிட நேரம் தொடர வேண்டும். அதன் பின்னர் குளிர்விப்பானுக்குச் (cooler) செலுத்த வேண்டும். இம்முறையில் செலவு குறைவு, மேலும் தரமும் கூடுதலாக இருக்கும்.

### இருபடி ரெசின்கள் (two - stage resin).

இம்முறையில் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படுகிறது. தேவையான பார்மால்டிஹைடில் ஒரு பகுதி மட்டும் ஃபீனாலுடன் வினைப்படுத்தப்படுகிறது. அதாவது ஒரு மோல் ஃபீனாலுக்கு 0.8 மோல் ஃபார்மால்டிஹைடு சேர்க்கப்படுகிறது. இம்முறையில் நோவோலாக் எனப்படும் வெப்பத்தால் இளகும் நெகிழி ரெசின் கிடைக்கிறது.

வார்ப்புத் துள்களைத் தயாரிக்க, அரைக்கப்பட்ட ரெசினுடன் நிறமூட்டி, நிரப்புப் பொருள், உராய்வு நீக்கி

ஹெக்சா மெத்திலின் டெட்ரமீன் ஆகியவை சேர்த்துக் கலக்கப்படுகின்றன. அச்சில் ஹெக்சா மெத்திலீன் சிதைவுற்று அம்மோனியாவையும் ஃபார்மால்டிஹைடையும் கொடுக்கிறது. இம்முறையில் குறுக்குப் பிணைப்புக் கொண்ட வெப்பத்தால் இறுகும் நெகிழிகள் கிடைக்கின்றன.

### வார்ப்பு ரெசின்கள் (cast resins).

முறையில் அதிக அளவு ஃபார்மால்டிஹைடும் அதைவிடக் குறைந்த ஃபீனாலும் (ஃபார்மால்டிஹைடு: ஃபீனால் 1.5 - 2.5:1) கார வினைவேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில் வினைப்படுத்தப் படுகின்றன. நிக்கல் பாத்திரங்கள் பயன்படுகின்றன. வினையைக் கவனமாகக் கட்டுப்படுத்தி, நீரில் கரையும் இளகும் ரெசின்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப்பொருளை லாட்டிக் அமிலம் அல்லது தாலிக் நீரிலியுடன் அமிலப்படுத்தும்போது அடர்ந்த நிறமுடைய ரெசின் வெளிர் மஞ்சள் நிறமுடையதாக மாறுகிறது. நீரை வெளியேற்றிச் சூடான ரெசின் திறந்த அச்சுகளில் ஊற்றப்படுகிறது. 150° - 170°F வெப்பத்தில் 3 - 7 நாள்களில் பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ்கிறது.

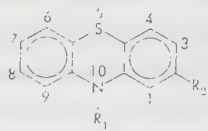
### மாறுதல் செய்யப்பட்ட ஃபீனாலிக் ரெசின் (modified phenolic).

ஆல்டிஹைடுகளுடன் வினைப்படுத்துவதற்கு முன், ஃப்ரீடல் - கிராஃப்ட் வகையான வினைவேகமாற்றிகளின் முன்னிலையில் ஃபீனாலை, ஐசோப்யூட்டிலின், சைக்ளோபெண்டாயின், டெர்பீன்கள் போன்றவற்றுடன் அலக்கலேற்றம் அடையச் செய்ய வேண்டும். இம்முறையில் கிடைக்கும் ரெசின் மென்மையாகவும் ரப்பர் போன்றவற்றுடன் இயைந்து போகக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.

பயன். வெப்பம் தாங்கவல்ல, வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படாத நீர் உறிஞ்சாத பொருள்களைத் தயாரிக்கவும், ஒட்டும் பொருட்கள் தயாரிக்கவும், அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் தயாரிக்கவும், தொலைபேசி, மின் கருவிப் பித்தான் (switch), பித்தான் பெட்டி (switch board), மின் காப்பீட்டு உறை (electrical insulator) ஆகியவற்றை உருவாக்கவும் சமையல், குளியலறைக் கருவிகள் தயாரிக்கவும், தடைக்கருவி (brake lining), சாணைக் கருவி, உப்புத்தாள் (sand paper) முதலியன தயாரிக்கவும் அலங்காரத் தகடு (decorative laminate) சுவர்ப் பூச்சு, மின்கருவிகளுக்கான வழவழப்பான தகடு ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன.

## ஃபினோதயசீன்

உள நோய் எதிர் மருந்துகளின் முன்னோடியான குளோர்புரோமசின் ஃபினோதயசீன் வழி மருந்தாகும். தற்போதுள்ள ஃபினோதயசீன் வழி 24 மருந்துகளில் 12 மருந்துகள் உளநோய் எதிர் மருந்துகளாகப் பயனளிக்கின்றன. அவை குளோர்புரோமசின், புஃபினசீன், பெர்பினசின், புரோகுளோர்பிரசின், தையோதிடசீன், டிரைபுளரோமசீன் முதலியவை.

ஃபினோதயசீன்	
	
$R_1$	$R_2$
குளோர்புரோமசீன் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2$	-Cl
டிரைபுளரோமசீன் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2$	-CF <sub>3</sub>
ஃபுளூஃபினசின் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2-OH$	-CF <sub>3</sub>
பெர்ஃபினசின் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2-OH$	-Cl
டிரைபுளரோ பெரசின் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2$	-CF <sub>3</sub>
தயோரிடசீன் $-(CH_2)_3-N(CH_3)_2$	-SCH <sub>3</sub>

உளநோய் எதிர்ச் செயல் கொண்ட அனைத்து ஃபினோதயசீன்களிலும் மையவளையத்தின் பக்கச் சங்கிலியில் நைட்ரஜன் அணுவின் இடையே மூன்று கார்பன் பிணைப்பு காணப்படுகிறது. ஃபினோதயசீன், மூளைத் தண்டின் வலைப் பின்னல் மண்டலத்தின் மீது வினைபுரிவதாகத் தெரிகிறது. பெரும்பாலான ஃபினோதயசீன் மருந்துகள் மைய நரம்பு மண்டலத்தின் மீது வினைபுரிந்து அமைதியூட்டுகிறது. முகுளத்தின் வேதி ஏற்பி விசைப் பகுதியில் வாந்தி எதிர் விளைவை உண்டாக்குகிறது. ஹைபோதலாமஸ் மீது வினைபுரிந்து தட்டபவெப்பக் கட்டுப்பாட்டைக் கண்காணிக்கிறது.

தானியங்கி மண்டலத்தின் மீது ஃபினோதயசீன் வினைபுரியும்போது உலர்ந்த வாய், கண் பார்வை மங்கல், இரைப்பைச் சுரப்பும் இயக்கமும் குறைதல், மலச்சிக்கல், வியர்வைக் குறைவு, குறை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பு ஆகியவை உண்டாகின்றன. குருதி நாள மண்டலத்தின் மீது வினைபுரியும் போது, குருதி அழுத்தம் குறைகிறது. குருதி நாளங்கள் விரிகின்றன. இதயத் தசையின் இயக்கம் மட்டுப்படுகிறது. மன நோய்க்குச் சிறந்த மருந்தாக ஃபினோதயசீன் பயனளிக்கிறது. யூரியா மிகை குருதி, இரைப்பைக் குடலழற்சி, கதிர்வீச்சு நோய் ஆகியவற்றில் உருவாகும் வாந்திக்கு ஃபினோதயசீன் பெரிதும் துணைபுரிகிறது. தீராத விக்கலையும் அகற்றுகிறது.

வேண்டா விளைவுகளாக உடல் தசை இறுக்கம், கை - கால் நடுக்கம், நோயாளிக்கு இடைவிடாது அலைந்து கொண்டிருக்கும் மனப்பான்மை ஏற்படல், முகச்சளிப்பு, கழுத்து ஒரு பக்கமாகச் சாய்ந்திருத்தல், உதடுகளைச் சுளித்தல் நக்குதல், நாக்கை நீட்டல், தாடையை அசைத்தல் ஆகியவை உண்டாகின்றன.

குளோர்புரோமசீன் போன்ற ஃபினோதயசீன் வழி மருந்துகளை உட்கொள்ளத் தொடங்கிய 2 - 4 வாரத்தில் சிலருக்கு மஞ்சள் காமாலை உண்டாகிறது. 10,000 பேரில் 1



நோயாளிக்கு பெரும்பாலும் பெண்களில் இந்நோய் தோன்றுகிறது. தோலரிப்பு, தொடு தோலழற்சி, ஒளிக்கச்சம், இயல்பு மீறிய நிறமாற்றம் போன்றவை உண்டாகின்றன. இந்நிறமாற்றங்கள் விழித்திரையையும், விழிவில்லையையும் பாதித்துப் பார்வைக் கோளாறுகளை உண்டாக்குகின்றன.

#### ஃபினோதயசீன் பல்வகை மருந்துகளும் அலகு

குளோர்புரோமசின் 10 - 200 மி.கி. மாத்திரையாகவும், கரையமாகவும் கிடைக்கிறது. தசை ஊசியாக அதன் அலகு 25 - 50 மி.கி. ஆகும். ஃபினசீன் ஹைட்ரோகுளோரைடு 0.25 - 10 மி.கி. மாத்திரையாக உள்ளது. கரையமாகவும் கிடைக்கிறது. பெர்பனசீன் 2 - 8 மி.கி. மாத்திரையாகவும், 5 - 10 மி.கி. தசை ஊசியாகவும் கிடைக்கிறது. புரோகுளோர்பிரசின் மலியேட், தயோரிடசின் ஹைட்ரோகுளோரைடாகவும், டிரைபுரூ புரோமசீனாகவும் மாத்திரையாகவும் ஊசி மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது.

#### அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Alferd Goodman Gillman, et.al., *Goodman and Gillman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*, Sixth Edition, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1980.

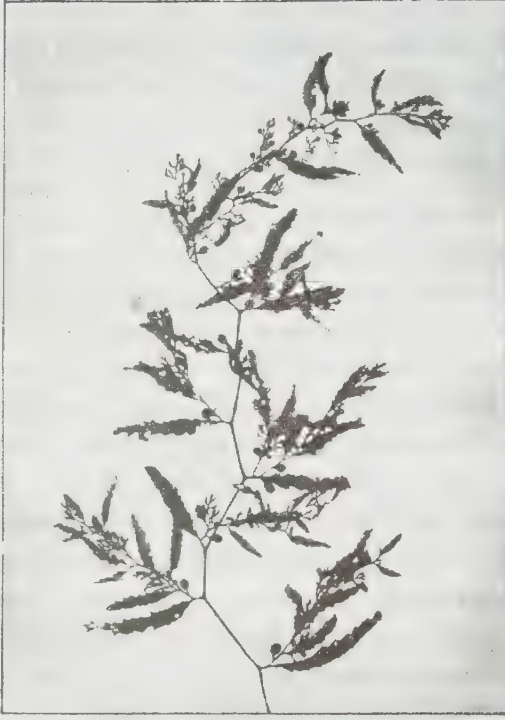
## ஃபுகேல்ஸ்

உலகில் உள்ள எண்ணற்ற தாவரங்களை, விதைத்தாவரங்கள், விதையில்லாத் தாவரங்கள் என்று இருபெரும் பிரிவுகளாக வகைப்பாடு செய்யலாம். விதையில்லாத் தாவரங்களுள் தாலோஃபைட்டா (thallophyta), பிரையோஃபைட்டா (bryophyta), டெரிடோபைட்டா (pteridophyta), என்னும் பெரும்பிரிவுகள் உள்ளன. தாலோஃபைட்டோ தாவரங்களில் வேர், தண்டு, இலை என்னும் பாகுபாடு இல்லாத உடல்பகுதி (thallus) மட்டுமே காணப்படுகிறது. மேலும் இவற்றின் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஒரு செல்லால் ஆகியவை. தாலோஃபைட்டாத் தொகுதியில் நிறமிகள் உள்ள பாசிகளும் (algae), நிறமிகள் இல்லாத பூசணங்களும் (fungi) அடங்கும். பாசிகளுள், அவற்றின் நிறமி, ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருள், இனப்பெருக்க முறை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பல பிரிவுகள் உள்ளன. அவற்றுள் பழுப்பு நிறப்பாசிகள் (brown algae) ஃபியோஃபைசீ என்னும் குடும்பத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் குடும்பத்துள் ஃபுகேல்ஸ் என்னும் துறை உள்ளது. இந்தத் துறையின் பாசிகள் பெரும்பாலும் கடலில் வாழ்வவை. ௭-௮: ஃபூகஸ், சர்காஸம் .இவ்வகை பாசிகள் தண்டு, இலை போன்ற அமைப்புகளைப்

பெற்றுள்ளன. இவற்றில் நுனி வளர்ச்சி உண்டு. தண்டு, இலை போன்ற பகுதிகளின் மையத்தில் சிறிய செல்களால் ஆகிய கடத்து திசுவும், இதைச் சுற்றிலும் பெரிய செல்களால் ஆகிய சேமிப்புத் திசுவும் உள்ளன. இதே உள்ளமைப்பு இலை போன்ற பகுதிகளிலும் காணப்படும். இனப்பெருக்க உறுப்புகள் தனிக்கிளைகளில் உள்ள குழிகளில் உண்டாகின்றன. இதன் வாழ்க்கை வரலாற்றில் ஒரே ஓர் உடல்பகுதி மட்டும் உண்டு. இதில் சந்ததி மாற்றம் நடைபெறுவது இல்லை.

பொது அமைப்பு. முதிர்ச்சியடைந்த உடலத்தின் அடிப்பகுதியில் கிளைத்த பற்று உறுப்பு (hold fast) உள்ளது. இது பாசியைக் கடலடியில் உள்ள நிலத்தில் ஊன்றவும், நீர் உறிஞ்சவும் பயன்படுகிறது. இதிலிருந்து தோன்றும் உருண்டையான கிளைகள் பழுப்பு நிறமானவை. இவற்றில் கணு, கணுவிடைப்பகுதி, இலை போன்ற அமைப்புகளும் உள்ளன. இதனால் புற அமைப்பில் இது உயர்வகைத் தாவரத்தை ஒத்துள்ளது. பாசியின் வளர்ச்சி கிளை நுனியில் உள்ள குழிகளில் காணப்படும் ஒரு வரிசை நுனிச் செல்களால் நடைபெறுகிறது. ஒவ்வொரு நுனிச்செல்லும் பக்கவாட்டிலும், அடிப்பகுதியிலும் செல்களை உண்டாக்க வல்லது. பக்கவாட்டுப் பகுப்புகளில் இருந்து உண்டாகும் செல்களில் நிறமிகள் (meristoderm) உள்ளன. இவற்றைத் தவிர, தடித்த நிறமிகள் அற்ற புறணி செல்களும் உண்டாகின்றன. உட்பகுதி, பக்கவாட்டிலிருந்து உண்டாகிய செல்களும், அடிப்பகுதியிலிருந்து உண்டாகிய செல்களும் அடங்கிய மையப்பகுதி (medulla) எனப்படும். இதில் உள்ள செல்கள் முதிர்ச்சியின் போது நீட்சியடைகின்றன. இவை நீரைக் கடத்தலுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஹைமன்தாலியா என்னும் ஃபுகேல் துறையில் உள்ள பாசி, சிறிய. பம்பர வடிவாக உள்ளது. சர்காசம் என்னும் பாசித் தண்டு, கிளை, மிதவை உறுப்பு போன்றவற்றைப் பெற்றிருக்கும்.

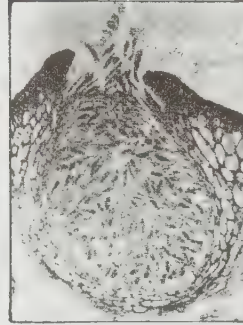
இனப்பெருக்கம். பாலிலாப் பெருக்கம் இவ்வகைப் பாசிகளில் நடைபெறுவதில்லை. பாலினப் பெருக்க முறையில் இயங்கும் சிறிய ஆண் இணைவி, இயங்கா நிலையில் உள்ள ஒரு பெரிய பெண் இணைவியுடன் இணைந்து கருவுறுதலை நிறைவு செய்கிறது (oogamous). ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பும், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பும் குடுவைக் குழிகளில் (conceptacle) உண்டாகின்றன. இவை உடலக்கிளைகளின் நுனியில் அல்லது தனித்த வளமுள்ள இனப்பெருக்கக் கிளைகளிலிருந்து உண்டாகும் ஹைமன்தாலியாவில் கவட்டுக்கிளையாக உள்ள உடலக்கிளைகளிலேயே குடுவைக் குழிகள் உண்டாகின்றன. ஆனால் சர்காசம் பாசியில் இலை போன்ற அமைப்பின் கோணத்திலிருந்து, வளமான கிளை வழியே உண்டாகின்றன. பெண், ஆண் இனப்பெருக்க



சர்காஸம்



ஃபுகஸ்



ஆண் அணுவகம்



பெண் அணுவகம்

உறுப்புகள் ஒரே பாசியில் அல்லது வெவ்வேறு பாசிகளில் இருந்து தோன்றும்.

ஃபுகேல் வகைப் பாசிகள் இருமயமானவை; இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் இருந்து இணைவிகள் உண்டாகும் போது குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுகிறது. பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பில் 1 - 8 பெண் இணைவிகளும், ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பில் 64 ஆண் இணைவிகளும் உண்டாகின்றன. சிறிய ஆண் இணைவி, இரு கசையிழைகள் உடையது; சில சமயங்களில் பின்னோக்கிய கசையிழை, தூவிகள் இன்றி, முன்னோக்கிய கசையிழையை விட நீளமாக இருக்கும். பல ஆண் இணைவிகள் முயன்றாலும், இறுதியில் ஓர் ஆண் இணைவியே ஒரு பெண் இணைவியைக் கருவுறச் செய்கிறது. கருவுறுதல் நடைபெற்றவுடன் கருமுட்டையில் சவ்வு உண்டாகி, அதனால் மீண்டும் ஆண் இணைவிகள் நுழைவது தடுக்கப்படுகிறது. கருவுற்ற முட்டையின் ஒழுங்கான செல் பகுப்புகள் நடைபெற்றுத் தனித்து வாழும் கரு உண்டாகிறது. கருவில் உள்ள முனைப்பு (polarity) செயற்கை முறைக் கருவளர்ப்பு ஆய்வுகளில் இருந்து அறியப்படுகிறது. கருவின் நுனியில் கொத்தான தூவிகள் உள்ளன. அவற்றின்

அடிப்பகுதியில் ஆக்குதிசு உள்ளது. தூவிகளின் மேற்பகுதிகள் உதிர்ந்து, அதன் அடிப்பகுதியில் உள்ள ஆக்குதிசு செல் உருமாறி நுனிச் செல் ஆகிறது. இவ்வகைப் பாசிகளின் வாழ்க்கை வரலாறு இருவிதங்களில் விளக்கப்படுகிறது. முதல் விதத்தில் பாசி கருமய இணைவித் தாவரம் என்று கருதப்படுகிறது. இரண்டாம் விளக்கத்தின்படி இதன் வாழ்க்கை வரலாறு உயர் தாவரங்களின் வாழ்க்கை வரலாற்றுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. இதன் இணைவித் தாவரங்கள் மிகக் குறுகிய காலமே உள்ளனவாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பு மைக்ரோஸ்பொராஞ்சியம் எனவும், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பு மெகாஸ்பொராஞ்சியம் என்றும் கருதப்படுகின்றன. குன்றல் பகுப்பிற்குப் பிறகு இவை முறையே மைக்ரோஸ்போர், மெகாஸ்போர் ஆகியவற்றை உண்டாக்கிப் பின்வரும் பகுப்புகளால் ஆண், பெண் இணைவிகளை உண்டாக்குகின்றன. இவையே படிமலர்ச்சிப் போக்கில் மிகவும் குன்றிய இணைவித் தாவரங்களாக கருதப்படுகின்றன. சில பேரினங்களின் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பில் சுவர் உள்ளது இக்கருத்தை வலியுறுத்துவதாக உள்ளது.



**வகைப்பாடு.** ஃபுகேல்ஸ் என்னும் துறையில் ஏறத்தாழ 40 பேரினங்களும் 300 இனங்களும் 8 குடும்பங்களில் வகைப்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளன. ஃபுகேசி என்னும் குடும்பத்தில் உள்ள பாசிகளில் வட்டு அல்லது கூம்பு வடிவப் பற்றுறுப்பு உள்ளது. இதிலிருந்து உண்டாகிய கிளைகள் யாவும் ஒரே மட்டத்தில் கவட்டுக்கிளை அமைப்பில் உள்ளன. பெரும்பாலான பேரினங்களில் தடிப்பான கிளை நுனிகளில் இனப்பெருக்க உறுப்புக் குழிகள் உள்ளன. வட அட்லாண்டிக், வட பசிபிக் பெருங்கடல்களில் உள்ள பாறைகளில் ஃபூகஸ் இனங்கள் காணப்படுகின்றன. இலை போன்ற அமைப்பில் மைய நரம்பும் அதன் அடிப்பகுதியில் இருபுறங்களிலும் காற்றறைகளும் உள்ளன. பற்றுறுப்பையும் இலை போன்ற பகுதியையும் இணைக்க ஒரு கம்புப் பகுதி உள்ளது. பெல்விசியா என்னும் பேரினத்தில் இலை போன்ற பகுதி குறுகலாக, மைய நரம்பும், காற்றறைகளும் இன்றி காணப்படும். ஆஸ்கோஃபெல்லம் என்னும் பேரினம் நடுக்கடலை விட்டு விலகி நீண்ட தொலைவில் நதி கடலோடு கலக்குமிடங்களில் காணப்படும். இதில் மிகப்பெரிய காற்று மிதவைகளும், தடித்த பக்கவாட்டு, இனப்பெருக்கக் கிளைகளும் உள்ளன. முதல்நிலைக் கவட்டுக்கிளை, அடிப்படையில் சிறகுக்கிளை அமைப்பில் மேல்புறமாகக் காணப்படுகிறது. வெப்ப, மிதவெப்ப மண்டல ஆழ்கடல் பகுதியில் சர்காசிக் குடும்பப் பாசிகள் வளர்கின்றன. இவற்றின் பற்றுறுப்பு வட்டு, கூம்பு போல் வேர்களைப் பெற்றுள்ளன. இதன் முதல்நிலை அச்சு சுருங்கியோ அடி முதல் நுனி வரை நீண்டோ காணப்படும். முதல்நிலை அச்சில் இருந்து ஆரப்போக்கில் பல இரண்டாம் நிலை அச்சுகளும், இரண்டாம் நிலை அச்சிலிருந்து மாற்றடுக்கத்தில் இலை போன்ற அமைப்புகளும் உள்ளன. முதல் நிலை அச்சு பல்லாண்டு வாழும்; இரண்டாம் நிலை அச்சு ஆண்டுதோறும் புதுப்பிக்கப்படும். இலைக் கோணத்தில் இருந்து உடலக்கிளைகளும், இனப்பெருக்கக் கிளைகளும் தோன்றுகின்றன. இது சர்காசிக் குடும்பத்தின் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்த பேரினம் ஆகும். வாழிடம், பருவம், வயது ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு இப்பாசியின் அமைப்பு மாறுபடுவதால் இதன் இனங்களை வகைப்படுத்தல் கடினமாகும். இது கடல் நீருக்குள் மிதந்து வாழும் பாசியாக விளங்குகிறது.

வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் மேற்கு இந்தியத் தீவுகளுக்கும் அசோர்ஸ் பகுதிக்கும் இடையில் சர்காசம் இனங்கள் பெருமளவில் காணப்படுவதல் இப்பகுதி சர்காசோக் கடல் எனப்படுகிறது. இங்குள்ள சர்காச இனம் உடலப் பெருக்க முறையில் மட்டும் பெருக்கம் அடைகிறது. அ.க.15-38அ

ஜப்பானில் காணப்படும் சர்காசம் முடிகம் என்னும் இனம் சிறப்பானது. இது வடமேற்கு அமெரிக்காவில் பரவி, அங்கிருந்து கலிஃபோர்னியா, கொலம்பியா, இங்கிலாந்து, ஐரோப்பிய நாட்டுக் கடல்களிலும் வாழ்கிறது. சிறிய படகுப் போக்குவரத்திற்கு இது தடையாகவும் உள்ளது. டர்பினோரியாவின் உடல் அமைப்பு சர்காசத்தை ஒத்தது. இதன் இலை போன்ற பகுதிகள் கூம்பு, தலைகீழ் கோபுர வடிவில் உள்ளன. இதில் தனித்த வளமுள்ள இனப்பெருக்கக் கிளைகள் காணப்படும். சர்காசிக் குடும்பத்தை ஒத்த சிஸ்டோசீரேசி என்னும் குடும்பத்தில் உள்ள பாசிகள் குளிர் மண்டலக் கடல்களில் குறிப்பாகத் தெற்கு ஆஸ்திரேலியக் கடல் பகுதியில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. ஹார்மோசீரேசி என்னும் குடும்பத்தில் ஹார்மோசீரா என்னும் ஒரே ஒரு பேரினம் மட்டும் ஒரு தனி இனத்துடன் காணப்படுகிறது. இது நியூசிலாந்து, ஆஸ்திரேலியக் குளிர் பகுதித் கடல்களில் வாழ்கிறது. இதன் உடலம் பாசிகளைக் கோத்த மணிமாலையைப் போல் இனப்பெருக்கக் குழிகளுடன் உள்ளது.

ஃபுகேல்ஸ் துறையைச் சேர்ந்த பாசிகள் பாறைக்களைகள் (rock weeds) எனப்படும். இவை வடக்குக் கோளத்தின் குளிரான கடல் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இப்பாசிகள் பசுந்தழை உரமாக அல்லது எரித்து சாம்பலாக்கிய உரமாகப் பயன்படுகிறது. நார்வேயில் ஆஸ்கோ ஃபில்லத்திலிருந்து ஆல்ஜினேட் தயாரித்துக் காகிதம், சாயம் செய்யப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது சிறிய துண்டுகளாக்கப்பட்டுக் கால்நடைத் தீவனமாக அளிக்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை ஓரத்தில் மீன் பிடிக்க உதவும் புழுக்களைப் புட்டிகளில் அடைக்க உதவுகிறது. பாறைப் பாசிகள், அவற்றிடையே வாழும் விலங்குகளை வறட்சியினின்று காத்து வாழ வைக்க உதவுகின்றன.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

## புகை

நுண்ணிய திண்மங்களும் நீர்மங்களும் ஒரு வளிம ஊடகத்தில் பரவிய கூழ்மநிலை புகை (smoke) எனப்படும். துகளின் குறுக்களவு 0.01 - 5 மைக்ரான் ஆகும். புகையிலை, மரம், கரி போன்ற கரிமப் பொருள்களைப் பகுதி எரித்தல் முறைக்குட் படுத்திக் கிடைக்கும் தொங்கல் அமைப்புகள் புகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். எண்ணெய் ஆவி வகை மூட்டம், சல்ஃபர் டிரை ஆக்சைடு பாஸ்ஃபரஸ் பெண்டாக்சைடு, அமோனியம்

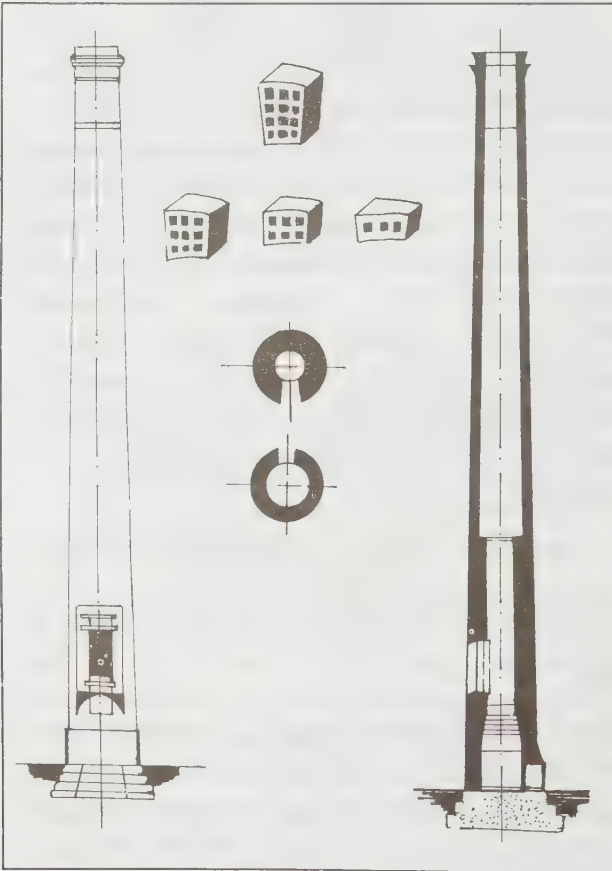
குளோரைடு, உலோக குளோரைடுகளை நீராற்பகுத்தால் விளையும் புகை (எ.டு.சிலிகான் குளோரைடு). போரில் வான்வழி செய்திக் குறிப்புகள் அனுப்புவதற்கும் எதிரிப்படைகளிலிருந்து வெண்ணிறப் பாஸ்பேரஸ், ஹெக்சா குளோரோ எதேன்,  $SO_3$  குளோரோ சல்பேரிக் அமிலக் கலவை, ஆந்த்ராகுயினோன் சாயங்கள் (வண்ணப்புகை) மூட்ட எண்ணெய் முதலியன பயன்படுகின்றன.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

## புகை போக்கி

எரி இடங்கள் அல்லது கனற்கலத்திலிருந்து வெளிவரும் புகையைக் காற்று மண்டலத்தில் கலப்பதற்குப் பயன்படும் கருவியே புகைபோக்கி (chimney) எனப்படும். வீடு, செங்கற்குளை, தொழிற்சாலை ஆகியவற்றில் இது பயனாகும்.

புகைபோக்கி பெரும்பாலும் உருளை வடிவத்தில் காணப்படும். பெரும்பாலும் இரும்பு, சிமெண்ட் இவற்றைக்



புகைபோக்கி கட்டுமானம்

கொண்டு புகைபோக்கி கட்டப்படுகிறது. புகைபோக்கி வழியாக வெளிவரும் அசுத்தக் காற்றை மக்கள் சுவாசிக்காத வகையில் இது தொழிற்சாலையில் உள்ள கட்டங்களை விட மிகுதியான உயரத்தில் அமைக்கப்படும். சில தொழிற்சாலைகளில், காற்றுப்புகையுடன் கரித்துகள்களும் மிகுதியாக வெளியேறும். ஆகவே இந்தக் கரித்துகள்கள் காற்றில் கலந்து சுற்றுப்புறங்களை மாசுப்படுத்தாமல் இருக்கப் புகை போக்கியின் மேற்பகுதியில் சல்லடை போன்ற கம்பி வலை வீழ்ப்படுத்தி (precipitator) பொருத்தப்படுகின்றன. வெளிவரும் துகள்கள் இவற்றில் தடைப்பட்டு நின்று விடும். இவ்வகைப் புகைபோக்கிகளில் வெளிவரும் கார்பன் டை ஆக்சைடு, கரி போன்றவற்றைப் புகைபோக்கியின் மேல்பகுதியில் எரித்து விடுவதும் உண்டு. இவ்வாறு செய்வதால் சுற்றுப்புறச்சூழல் மாசுபடுவது ஓரளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

புகைபோக்கி வழியாக வெளிவரும் புகையை விரைவாக வெளியேற்றுவதற்கு, இழுவைக் காற்றோட்டச் சுற்றுப்பொறி (draughting fans) பயன்படுகிறது. புகைபோக்கியின் வழியாக வெளியேறும் புகை ஓசையை ஏற்படுத்தும். இவ்விரைச்சலைக் குறைப்பதற்குப் புகை போக்கியில் ஓசை குறைப்பான் (silencer) பயன்படுகிறது. ஓசை குறைப்பான் வழியே செல்லும் புகை, அதிலுள்ள தடுப்புத் தகடுகளில் (baffle plates) மோதுவதால் புகையின் இரைச்சல் மட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

எம். இளங்கோவன்

## புகை மருந்து போடுதல்

பாக்டீரியா நுண்ணுயிரிகளைக் கொல்வதற்குப் புகைமருந்து போடுதல் சிறந்த முறையாகும். புகைமருந்து போட்ட அறையினுள் புகை மருந்து போட்ட பிறகு 8 மணி நேரம் காற்றுப்புகா வண்ணம் வைத்திருக்க வேண்டும். புகைமருந்து போடுமுன் அறையில் உள்ள துணைக் கருவிகளை நன்கு கழுவ வேண்டும். புகை மருந்து போட்ட 8 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு இந்த அறையை 48 மணிநேரம் திறந்து வைத்த பின்னரே மீண்டும் பயன்படுத்த வேண்டும். அறையின் வெப்பம்  $65^{\circ}F$  குறையாமல் இருக்க வேண்டும். புகை மருந்து சிறந்த முறையில் பயனளிக்க வேண்டுமெனில் காற்றில் ஈரப்பதம் இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் நச்சுப்புகை காற்றில் தங்கி, உரிய முறையில் செயல்படும்.

3மீ. க்கு ஒரு வாளி என்னும் முறையில் அறை முழுதும்



வானிகள் வைக்க வேண்டும். அப்போது தான் 300 மீ. உள்ள (பரவியுள்ள) நுண்ணுயிரிகளை ஒரு வானியில் உள்ள புகை மருத்துகள் அழிக்கும். ஒவ்வொரு வானியிலும் 150 கி. பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் வைத்திருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு வானிக்கு அருகிலும் 300 மி.லி. ஃபார்மால்டிஹைடு கண்ணாடிக் குவளையில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஃபார்மால்டிஹைடு மருந்தைப் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டில் கலக்கினால் நச்சுப்புகை வரும். அறையின் பின்புறத்திலிருந்து தொடங்கி ஒவ்வொரு வானியிலும் இதனை வேகமாக ஊற்றிக் கொண்டே வர வேண்டும். அறையின் முன்பக்கம் வந்து கதவுகளைச் சாத்தி, காற்றுப்புகா வண்ணம் இறுக்க முடிவிட வேண்டும். 8 மணி நேரத்திற்குப் பின் திறக்க வேண்டும். 48 மணி நேரம் நன்கு காற்று உள்ளே சென்ற பின்னரே இந்த அறையை மீண்டும் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த அறையில் உள்ள துணைக்கதவு மற்றும் அறைகளில் உள்ள நுண்ணுயிரிகள் யாவும் அழிந்து அறை தூய்மையாக இருக்கும்.

ஃபார்மால்டிஹைடைக் காய்ச்சினாலும் நச்சுப்புகை வரும். அதனைக் கொண்டு புகை மருந்து போடலாம். 3.0 கன மீட்டருக்கு 150 கி. பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் 300 மி.லி. ஃபார்மால்டிஹைடு பயன்படுத்த வேண்டும். நச்சுப்புகையைப் பயன்படுத்திக் கோழிக் குஞ்சுப் பொறிக்கும் கருவிகளை நுண்ணுயிரிகளிலிருந்து பாதுகாக்கலாம். அறுவை அரங்கத்தினையும் இம்முறையினால் தூய்மை செய்யலாம்.

இரா. வசந்தகுமார்

## புகையிலை

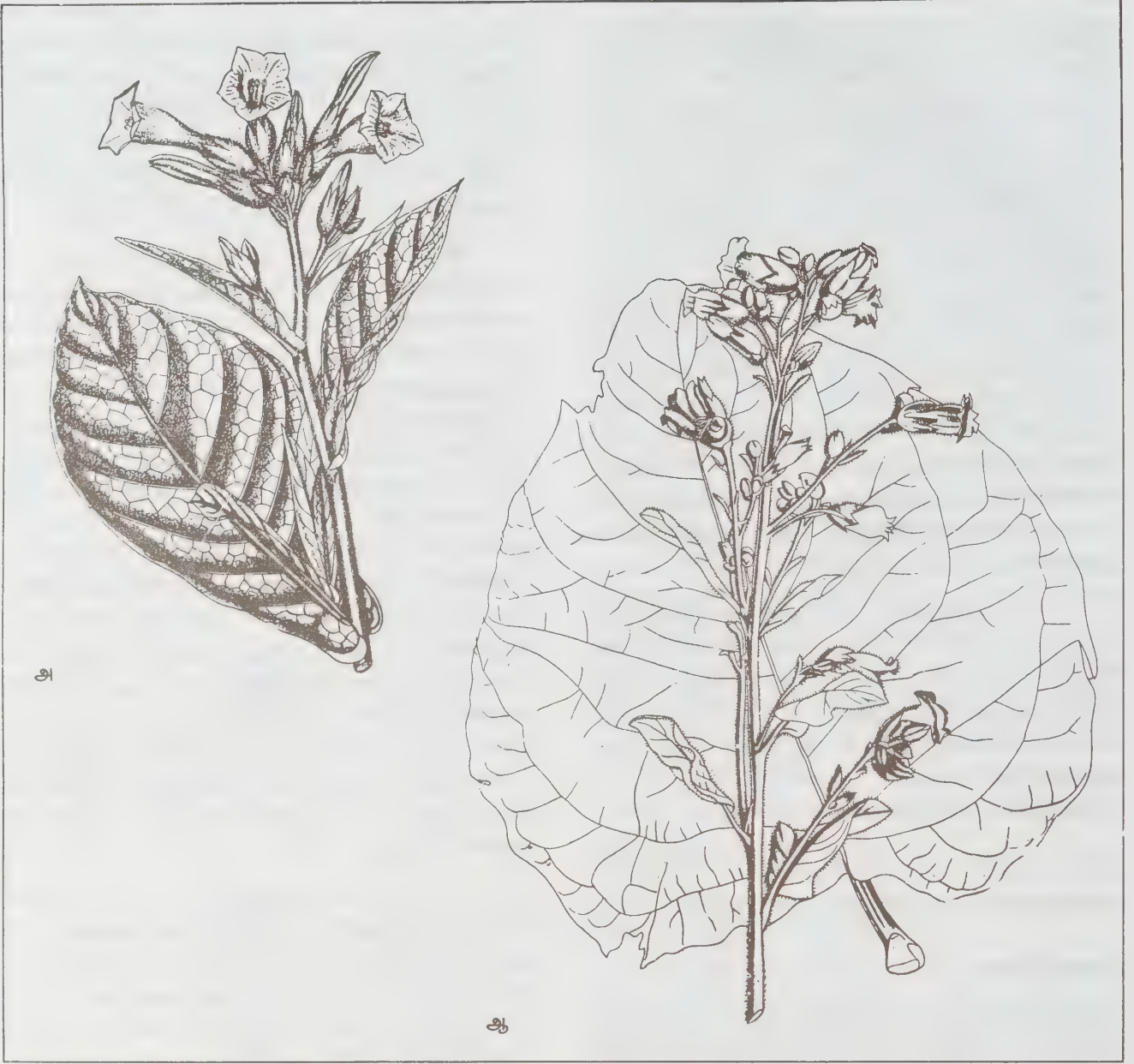
இதன் பிறப்பிடம் வெப்ப மண்டல அமெரிக்கா ஆகும். புகையிலையில் நிக்கோட்டியானா டபாக்கம் (Nicotiana tabacum), நி.ரஸ்டிகா (N.rustica) என்னும் இரு சிற்றினங்கள் பெருமளவில் பயிர் செய்யப்படுகின்றன. புகை பிடிப்பதற்காக நிக்கோட்டியானா டபாக்கம் என்னும் சிற்றினத்தை உலகின் பெரும்பாலான நாடுகள் வணிக அளவில் உற்பத்தி செய்கின்றன.

நிக்கோட்டியானா ரஸ்டிகா என்னும் சிற்றினத்தை ரஷ்யா, இந்தியா, சில ஆசிய நாடுகள் மட்டுமே பயிர் செய்து வருகின்றன. 16ஆம் நூற்றாண்டில் ஜூன் நிக்கோட் என்னும் பிரான்சின் அரசுக் குடும்பத்தாரால் அது ஐரோப்பாவுக்கு கொண்டு வரப்பட்டது. இதனாலேயே அதன் பேரினம் நிக்கோட்டியானா எனப்படுகிறது. முதன் முதலில் 530 ஆம் ஆண்டு கெயிட்டி என்னுமிடத்தில் இது சாகுபடி

செய்யப்பட்டது. வணிக அளவில் இவ்விடத்தில் 1580ஆம் ஆண்டிலும் டிரினிடாட் என்னுமிடத்தில் 1595ஆம் ஆண்டிலும் சாகுபடி செய்யப்பட்டது. இந்தியாவுக்கு 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் போர்ச்சுகல் நாட்டினர் முதன் முதலாகப் புகையிலைக் கொண்டு வந்தனர். உலகின் புகையிலை உற்பத்தியில் இந்தியா மூன்றாம் இடத்தைப் பெறுகிறது.

வளரியல்பு. நிக்கோட்டியானா டபாக்கம் செடி 1 - 3 மீ. உயரம் வளரும். சிறுமயிர் அடர்ந்த ஒரு பருவச் செடி; இதன் தண்டு பெருத்தும் நேராகவும் இருக்கும். தண்டின் அடிப்பகுதி ஓரளவு மரக்கட்டையைப் போல் உறுதியாக இருக்கும். செடியின் முனையைக் கிள்ளிவிட்டால் ஒவ்வோர் இலைக் கக்கத்திலும் கிளைகள் உண்டாகும். 20 - 30 இலைகள் தனித்தனியாகத் தண்டில் சுழல் முறையில் உண்டாகியிருக்கும். மம்மூத் என்னும் வகையில் 100 இலைகளுக்கு மேல் தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலும் இலைகள் காம்பற்றவை. இவை தண்டு ஒட்டிக் கீழ் வளர்ந்தவை. இலைக்காம்பு இருந்தால் இறக்கை போன்று மாற்றமடைந்திருக்கும். இலைப்பரப்பு முட்டை முதல் ஈட்டி வடிவிலோ நீள் வட்ட வடிவிலோ 5 - 75 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். இலையோரம் முழுமையானது. காம்பருகு இலைப்பரப்பு காது வடிவில் நுனி கூரானது. இலை நரம்பமைப்பு இறகு வடிவானது. இலைப்பரப்பு முழுமையும் சிறுசிறு மயிர்கள், கூரப்பிகளைப் பெற்றிருக்கும். செடியின் அடிப்பகுதியில் உள்ள இலைகள் மேற் பகுதியில் உள்ள இலைகளை விட அகலமாகவும் கூர்நுனி குறைந்தும் உள்ளன.

செடியின் நுனிப் பகுதியில் மலர்கள் கதிர் மஞ்சரியில் (panicle) அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு பூங்கொத்திலும் 150 பூக்கள் வரை உள்ளன. பூக்காம்பின் நீளம் 1 - 2 செ.மீ. பூவடிச் செதில் உண்டு. புல்லிவட்டம் உருளை வடிவானது. 1 - 2.5 செ.மீ. நீளமானது. இதில் சமமற்ற, கூரான நுனிப்பல் உள்ள 5 புல்லி இதழ்கள் உண்டு. அல்லி வட்டம் புனல் வடிவில் 3.5 செ.மீ. முதல் 5.5 செ.மீ. நீளமானது; அல்லிக்குழலின் நீளம் 1 செ.மீ. அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் பெரும்பாலும் இளஞ்சிவப்பு நிறமானவை. வெண்மை அல்லது சிவப்பு நிறத்திலும் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் ஐந்தும் அல்லிக் குழலில் சொருகப்பட்டிருக்கும். இவற்றுள் அல்லிக் குழலின் வாய்ப் பகுதியில் உள்ள இரண்டும் மிக நீளமானவை. இரண்டு குட்டையானவை. ஐந்தாம் மகரந்தத் தாள் இவ்விரு இரட்டைகளுக்கும் இடைப்பட்ட உயரம் உடையது. மகரந்தப்பை சிறியது; நீளவாக்கில் வெடிக்கும். சூல்பை மேல் மட்டமானது. இரண்டு திசுவறைகளைக் கொண்டது. சூழ்கள் பல அச்ச சூல் அமைப்பில் உண்டாகியுள்ளன. சூலகத் தண்டு மெல்லியது. சூலக முடி உருண்டையாகவும்



அ. நிக்கோட்டியானா டபாக்கம் (*Nicotiana tabacum*)

ஆ. நிக்கோட்டியானா ரஸ்டிகா (*Nicotiana rustica*)

பிகபிகப்புத் தன்மையுடனும் அல்லிக் குழலின் வாய்ப் பகுதியிலோ வெளியே தெரியும்படியோ காணப்படும்.

கனி இரண்டு தடுப்பிதழ்களைக் கொண்ட உருண்டையான காப்சியூல் (capsule). இதன் நீளம் 1.5 - 2 செ.மீ. ஏறத்தாழ இது முழுமையாகப் புல்லி வட்டத்தால் மூடப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் நுண்ணிய பல விதைகள் அடங்கியிருக்கும். ஒவ்வொரு விதையும் முட்டை அல்லது வட்ட வடிவமாகும். இவ்விதைகள் 0.5 மி.மீ நீளத்தில்

ஆழ் பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். விதையின் மீது நுண்ணிய வலை போன்ற அமைப்பைக் காணலாம். முளை சூழ்த்தசை 3 - 5 அடுக்குகளால் ஆனது. கரு நேராக அமைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு கனியிலும் 2000 - 8000 விதைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு செடியிலும் ஒரு மில்லியன் விதைகள் உற்பத்தியாகும். புகையிலையில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. பூ மலர்ந்ததும் மகரந்தப்பை வெடிக்கும். பின்பு குலக முடி மகரந்தத் தூள்களை ஏற்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது.



தேனீ போன்ற பூச்சிகள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையை உண்டாக்குகின்றன.

நிக்கோட்டியானா ரஸ்டிகா என்பதும் ஒருபருவச் செடியேயாகும். இச்செடி 1 மீ. அல்லது அதற்குக் குறைவான உயரமே வளரும். இதன் தண்டு மற்றும் சிறு கிளைகளின் மீது மென் மயிர் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். இலைகள் குழல் முறையில் தண்டில் அமைந்துள்ளன. இவை 30 - 20 செ.மீ. அளவில் முட்டை, நீள்வட்டம், இதயம், ஈட்டி வட்ட வடிவில் இருக்கும். இலைக்காம்பு தெளிவாகவும் 5 - 6 செ.மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். பூங்கொத்து குட்டையானது. புல்லி வட்டத்தின் மீது மென் மயிர் காணப்படும். அல்லிவட்டம் பச்சை கலந்து மஞ்சள் நிறத்தில் 1.2 - 1.5 செ.மீ நீளத்தில் இருக்கும். இதன் மீதும் மென்மயிர் காணப்படும். அல்லிக் குழலின் நீளம் 3 மி.மீ. அகலம் 2. மி.மீ. மகரந்த தாள்கள் ஐந்தில் 4 நீளமாகவும் ஒன்று குட்டையாகவும் காணப்படும். 7 - 15 மி.மீ நீளமானது; முட்டை வடிவானது; விதைகள் பல நீள்வட்டம் அல்லது முட்டை வடிவில் அழுக்கான பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும்.

வெப்பமான சூழ்நிலையில் இச்செடி நன்கு வளர்கிறது. நூற்று நட்டிலிருந்து அறுவடை வரை 90 - 120 நாட்களுக்கு பனி இராவிடில் இதன் சாகுபடி செழிக்கும். இதன் வளர்ச்சிக்கு 21.1 - 26.7°C வெப்பநிலை ஏற்றது. செடி வளர்ச்சியின் போது குறைந்தது 250 மி.மீ. மழையளவு இருக்க வேண்டும். இலை முதிர்ச்சிப் பருவத்திலும் அறுவடைக் காலத்திலும் வறட்சியான மழை இருந்தால் மெல்லிய, எடை குறைந்த இலைகளே உண்டாகின்றன. மேலும் நோய் உண்டாதலும் மிகுதியாகிறது. பெருங்காற்று, சூறாவளி போன்றவற்றால் விளைச்சல் குறையும். காற்றோட்டமான, வடிகால் வசதியுள்ள நீரைத் தேக்கிக் கொள்ளும் நிலம் புகையிலைச் சாகுபடிக்கு மிகவும் ஏற்றதாகும். மானாவாரியாகப் புகையிலை பயிராகும் போது இக்கூறுகள் முதன்மை பெறுகின்றன.

பாசன முறையில் புகையிலைச் சாகுபடி செய்யும் இடங்களிலும் மழை மிகுந்த இடங்களிலும் முறையான வடிகால் வசதி அமைதல் இன்றியமையாதது. செவ்வல் குறுமண் நிலம் புகையிலைக்கு ஏற்றது. ஆனால், மற்ற நிலங்களிலும் இதனைப் பயிர் செய்யலாம். களிமண் நிலத்தில் உண்டாகும் புகையிலை பொதுவாகக் கனமாயும், முரடாகவும், காரம் மிகுந்தும் இருக்கும். இளக்கமான நிலங்களில் உண்டாகும் இலைகள் குறைந்து, மெல்லியவாகவும், காரம் குறைந்ததாயுமிருக்கும்.

புகையிலைச் செடி அமில நிலத்தில் நன்கு வளரும். இதற்குக் அமில கார நிலை 5.0 - 6.5 இருக்க வேண்டும். நி.ரஸ்டிகா வகை ஓரளவு களர் தன்மையைத் தாங்கி வளரும். புகையிலையின் பதமாகும் தன்மையும், தரமும் செடி

வளர்ச்சியின் போது நிலவும் காற்றின் ஈரத் தன்மையால் பாதிக்கப்படுகின்றன. குளிர்ச்சியான சூழ்நிலை குறைந்த வெப்பநிலை ஆகியவை செடியின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கும்.

பயிர்ச்சுழற்சி. ஆந்திரப் பிரதேசத்தின் வெர்ஜினியாப் புகையிலை ஆண்டுதோறும் பயிர்ச்சுழற்சியின்றிச் சாகுபடி செய்து வருகின்றனர். இருப்பினும் குண்டுப் பகுதியில் 3 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை புகையிலையைச் சோளத்துடன் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்த்துச் சாகுபடி செய்தல் சிறந்தது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. கிழக்கு மற்றும் மேற்குக் கோதாவரிப் பகுதியில் காரிப் பருவத்தில் நெல்லும் ராபிப் பருவத்தில் வெர்ஜினியாப் புகையிலையும் சாகுபடி செய்வதும், சிருஷ்யா, குண்டு மற்றும் பிரகாசம் பகுதிகளில் என்றும் ராபிப் பருவத்தில் புகையிலையும் சாகுபடி செய்வதும் மிகுந்த விளைச்சலைத் தருதல் அறியப்பட்டுள்ளது. வழக்கமாக மேற்கு வங்காளத்தில் நி.ரஸ்டிகா என்னும் புகையிலை ராபிப் பருவத்தில் பயிரிடப்படுகிறது. புகையிலைக்கு முன்பாகக் கோடையில் நெல் சாகுபடி செய்வது அப்பகுதி விவசாயிகளின் வழக்கம்.

குஜரத்தில் பீடிப் புகையிலையைச் சாகுபடி செய்யும் போது புகையிலை கம்பு அல்லது பருத்தி - புகையிலை எனப் பயிர் சுழற்சி முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. நீர்ப்பாசனப் பகுதியில் சோளம் துவரையுடனோ கொண்டைக் கடலையுடனோ புகையிலைப் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்ப்பர். தமிழ்நாட்டில் சிகரெட், சுருட்டு, வாய்ப் புகையிலை ஆகியவற்றை ஒரே நிலத்தில் ஒவ்வொரு ஆண்டும் சாகுபடி செய்வர். புகையிலைப் பயிருக்கிடையில் கம்பு, கேழ்வரகு, சோளம் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றையோ இரண்டையோ சாகுபடி செய்வதுண்டு. ஹுக்கர் மற்றும் வாய்ப் புகையிலைச் சாகுபடி செய்யும் பீகார் மாநிலப் பகுதியில் இரண்டாண்டுப் பயிர்ச் சுழற்சியில் புகையிலை சேர்க்கப்படுகிறது.

நி.ரஸ்டிகா பருவமழையின் போது மூழ்கிக் கிடக்கும் தாழ் பகுதியில் பயிரிடப்படுகிறது. உத்திரப்பிரதேசத்தில் குளிக்காலப் புகையிலை மக்காச்சோளம் அல்லது பூக்கோடன் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்க்கப்படுகிறது. கோடைகாலப் புகையிலையைக் கோதுமை அல்லது பார்லிக்குப் பின் சாகுபடி செய்வர். கலப்புப் பயிராக வாய்ப் புகையிலையுடன் தமிழ்நாட்டில் முள்ளங்கியும் பீகாரில் வெங்காயம் அல்லது பூண்டும் பயிரிடப்படும்.

நாற்றங்கால். புகையிலையைப் பயிரிடுவதற்குத் திறமையும் அனுபவமும் மிக்க பணியாளர்கள் தேவை. தரமான புகையிலையின் உற்பத்திக்கு வளமான நாற்றுகளை உருவாக்க வேண்டும். புகையிலை நாற்றங்காலை மேட்டுப் பாத்திகளில்

அமைத்திட வேண்டும். கிணற்றடி மேட்டுக்கால் நிலங்கள் நாற்றங்காலுக்கு ஏற்றவை. இந்நிலங்களில் மழை நீரை எளிதாக வடித்திடலாம். மணல், மணல் கலந்த களிச்சேற்று வண்டல் நாற்றங்காலுக்கு ஏற்றவை. புகையிலை விதைகள் மிகச் சிறியவை. அவற்றிலிருந்து முளைத்து வரும் செடி மென்மையானது. எனவே புகையிலையை நேரடியாக விதைக்காமல் நாற்றங்காலில் வளர்த்து நடவு செய்ய வேண்டியுள்ளது. மேலும் நாற்றங்கால் நிலத்தை நன்றாக உழுது மென் புழுதியாக்கிட வேண்டும். ஒரு செண்டுக்கு 200 கி.கி நன்கு மக்கிய தொழு உரத்தை இட வேண்டும். நாற்றங்கால் பரப்பில் குப்பைக் கூளங்களைப் பரப்பித் தீவைத்துக் கொளுத்தி நிலத்தில் உள்ள நாற்றமூகல் நோயை ஏற்படுத்தும் பூசணங்களை அழிக்க வேண்டும்.

நாற்றங்காலை 2.5 மீ. நீளம், 1மீ. அகலம், 10 செ.மீ. உயரமுள்ள மேட்டுப் பாத்திகளாக அமைத்துச் சமப்படுத்த வேண்டும். பாத்திகளுக்கு நடுவிலுள்ள கால்வாய்கள் பாத்திகளுக்குத் தணிவாக இருந்தால் மட்டுமே மழை நீரை எளிதாக வடிப்பதற்கு வசதி கிட்டும். மேலும் தேவையான போது அவற்றில் நீரைத் தேக்கிப் பாத்திகளுக்குப் பாய்ச்சலாம். பாத்திகளுக்கு நடுவில் நடைபாதை அமைத்து நீர்ப் பாய்ச்சுவதற்கும் களைகளை அகற்றுவதற்கும் வசதி செய்து கொள்ள வேண்டும். அனைத்து வகை மண்ணுக்கும் ஒரு ஹெக்டேரில் நாற்றங்கால் தயாரிப்பதற்கு 3 - 5 கி.கி விதையளவைப் பயன்படுத்த வேண்டும். 100 ச.மீ. பரப்பளவில் நாற்றுகள் தயாரித்தால் ஒரு ஹெக்டேர் நடவு செய்யலாம். புகையிலை விதைகளை 15 பங்கு மணலுடன் கலந்து நீள்வாக்கிலும், குறுக்குவாக்கிலும் இரு முறையாக விதைக்கும்போது விதைகள் சீராகப் பரவி விழும். பாத்திகளின் மேல் கையால் மெதுவாக அழுக்கினாலே மண் விதைகளை மூடிக்கொள்ளும். ஓர் இரும்புக் குழாயைப் பாத்தியில் உருட்டியும் சமப்படுத்தலாம். ஏனைய விதைகளைப் போல் புகையிலை இலையைக் கனமாக மண்ணால் மூடினால் விதைகள் முளைத்து வெளியே வாரா. ஆந்திரப்பிரதேசக் கோதாவரிப் பகுதியில் புகையிலை விதைகளை ஒரு நாள் நீரில் ஊற வைத்துத் துணிகளில் கட்டித் தொங்கவிட்டு அவ்வப்போது அதன் மீது நீரைத் தெளித்து 3 நாட்களுக்குப் பின் முளை தோன்றும்போது விதைப்பர். ஏனைய பகுதிகளில் உலர்ந்த விதைகளையே பயன்படுத்துவர். விதைத்த பின்பு பூவாளியால் தட்பவெப்ப நிலையைப் பொறுத்து நாள்தோறும் 3 அல்லது 4 முறை நீர் தெளிக்க வேண்டும். விதைகள் காய்ந்து விடாமல் தடுப்பதற்குத் தென்னை மட்டை, உலர்ந்த அருகம்புல் வைக்கோல், குழிவான செத்தை முதலியவற்றால் மூடி வைத்தல் வேண்டும். முளைகள் வெளியே வரும்போது அவற்றை

எடுத்துவிட வேண்டும். விதைகள் 4 - 7 நாட்களில் முளைக்கின்றன. முளைத்த 7 அல்லது 8 நாட்களில் செடிகள் வெளியே தோன்றிய பின் நாள்தோறும் நீர் தெளித்து, 10 நாட்களுக்கு பின் 3 அல்லது 4 நாட்களுக்கு ஒருமுறை நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். சில சமயங்களில் நாற்றுகள் சரியாக வளர்ச்சியுறாமல் அழிவதால் 2 வாரங்கள் இடைவெளியிட்டு 2 அல்லது 3 முறை நாற்றுப்பாவுவது வழக்கம்.

புகையிலை நாற்றுக்களைப் பொதுவாக மாலையில் நீர் பாய்ச்சிப் பின்பு வழக்கம் போல் மேகம் மூடி வெயில் இராதபோது நடடால் நாற்றுகள் நன்கு வேர் பிடிக்கும். தமிழ்நாட்டில் தோட்டக்கால் நிலங்களில் பெரும்பாலும் புகையிலை சாகுபடியாகிறது. புகையிலை நடவிற்குத் தேர்ந்தெடுத்த நிலத்தை 6 முதல் 10 முறை உழுது பண்படுத்த வேண்டும். தென்னாற்காடு மாவட்டத்தில் சிவபுரி பகுதியில் 30 செ.மீ. ஆழத்திற்கு மண்ணைக் கொத்தி நிலத்தை தயார் செய்கின்றனர். ஆந்திரப் பகுதியில் சாகுபடியாகும் வெர்ஜினியா புகையிலைக்கு ஈராண்டிற்கு ஒரு முறை கோடையில் ஆழமாக உழுது பின்பு 2 அல்லது 3 முறை உழுவர். மேலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு முறை ஹேரோயிங் (harrowing) செய்வது வழக்கம். பலவிதமான புகையிலைகளுக்கு ஹெக்டேருக்கு 5 - 62.5 டன் தொழு உரம் இடுவது வழக்கம். பெரும்பாலும் நடவு செய்வதற்கு ஒரு மாதம் முன்பாக நடவு வயல் உழப்பட்டுப் பாத்திகளாகவோ பார், சால்களாகவோ தயாரிக்கப்படுகிறது.

தழைச்சத்து பயிரின் வளர்ச்சிக்கும் புகையிலையின் தரத்திற்கும் புரதம் மற்றும் சர்க்கரைப் பொருள்களை மாற்றியமைப்பதற்கும் தேவைப்படுகிறது. தழைச்சத்து உரத்தை மிகையாக இட்டால் கூடுதல் புரதம், நிக்கோட்டின் ஆகியவை கிடைத்து நிறம் குறைவான இலை கிடைக்கும். முற்றும் தருணத்தில் தழைச்சத்து உரத்தை அளவாக இடுதல் தேவையான ஆரஞ்சு நிற இலை கிடைப்பதற்கு உதவும். ஆனால் ஏனைய உரங்களை கூடுதலாக இட்டால் தரமான, உயர் விளைச்சல் தரும் கூருட்டு, பீடி, ஹுக்கா, வாய்ப் புகையிலை வகைகளைப் பெறலாம். மணிச்சத்து மிகுதியாக இட்டால் இலைகள் நொறுங்கும் தன்மையையும் எரியும் தன்மையையும் குறைக்கும். கூடுதலான சாம்பல் சத்து உரமிட எரியுந்தன்மை கூடும்.

புகையிலை பெரும்பாலும் வரிசைகளில் நடவு செய்யப்படுகிறது. பயிரிடப்படும் புகையிலையின் வகைக்கு ஏற்பச் செடிக்குச் செடியும், வரிசைக்கு வரிசையும் தரப்படும் இடைவெளி மாறுபடுகிறது. ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் கருமண் நிலத்தில் பயிராகும் சிகரெட், நாட்டுப் புகையிலைக்கு



80.செ.மீ. - 80.செ.மீ. இடைவெளியும், மணற்பாங்கான நிலத்தில் சாகுபடியாகும் சிகரெட் புகையிலைக்கு 100 செ.மீ. - 60 செ.மீ. இடைவெளியும் தரப்படும். தமிழ்நாட்டில் சிகரெட் மற்றும் சுருட்டுப் புகையிலைக்கு 75 செ.மீ. - 50 செ.மீ. வாய்ப் புகையிலை 75 செ.மீ. - 75 செ.மீ. இடைவெளி தரப்படுகிறது.

புகையிலை நட்ட 20 நாள்களுக்குப் பின்பே பின் செய் நேர்த்தி தொடங்கப்படுகிறது. புகையிலைக்கு இருமுறை களையெடுத்துக் கொத்திச் செடிக்கு மண் அணைக்க வேண்டும். நிலத்தை உழுது பண்படுத்தாமல், பழைய பயிர்க்கட்டையில் நடவு செய்த பயிர்களுக்கு ஆழமாகக் கொத்திவிடுவது உண்டு. குண்டுப் புகையிலை வரிசைக்கு ஊடே விதைக் கலப்பைகளை விதையிடும் சுருவிகள் இல்லாமல் ஒட்டி, பின் தந்துலு அடிக்கும் வழக்கம் உண்டு. ஆந்திரப் பகுதியில் சிகரெட் புகையிலை பயிரிடப்படும் சுருமண் நிலத்தில் ஹெக்டேருக்கு 3,600 கி.கி வைக்கோலை முதல் களையெடுப்பிற்குப் பின் பயன்படுத்தி மூடி மண்ணிலிருந்து ஆவியாகும் நீரைச் சேமித்துப் பயிர் விளைச்சலையும் தரத்தையும் மிகுதியாக்குகின்றனர்.

ஆந்திரப்பிரதேசத்தில் சுருமண் நிலத்தில் பயிரிடப்படும் வெர்ஜீனியா புகையிலைக்கு நீர். பாய்ச்சுவதில்லை. ஆனால் மணல் சாரி நிலங்களுக்கு 6 முறை நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். பாசன நீரில் குளோரைடு 50 BBM அளவிற்கு மேலிருந்தால் இலைகள் காய்கின்றன. சுருமண் நிலத்தில் வறட்சி நிலவினால் 40 நாள் வயதுடைய பயிருக்கு ஒருமுறை நீர்ப் பாய்ச்சலாம். தமிழ்நாட்டில் பயிரிடப்படும் சிகரெட், சுருட்டு, வாய்ப் புகையிலை ஆகியவற்றிற்குச் சாதாரணமாக நீர்ப் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. புகையிலைப் பயிருக்கு முதலில் 3,4 நாள்களுக்கு ஒரு முறையும், பின்னர் வாரம் ஒரு முறையும் நீர் பாய்ச்ச வேண்டியிருக்கும். உப்பு நீர் பாய்ச்சும்போது, புகையிலை நன்கு எரிவதுடன் ஏற்கும் மண்முள்ளதாகவும் இருக்கும். சிவபுரியிலும் திண்டுக்கல்லிலும் உப்பான கிணற்று நீரைப் புகையிலைக்குப் பாய்ச்சுவர். திண்டுக்கல் புகையிலை காரம் குறைந்தும், மணம் நிறைந்திருக்கிறது. இதிலிருந்து உயர் வகைச் சுருட்டு தயாராகிறது. தென்னிந்தியாவிலேயே சிவபுரிப் புகையிலை மட்டுமே வாய்ப் புகையிலைகளில் சிறந்தது.

சிகரெட்டுப் புகையிலையில் ஹாரிசன் ஸ்பெஷல் (Harrison special) என்னும் வகை அமெரிக்காவிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டது. சிகரெட்டுப் புகையிலைச் செடியில் 5 அல்லது 6 முறை இலைகளைப் பறிப்பர். இலைகள் பளபளப்பான மஞ்சள் நிறம் பெறவும் நன்றாக எரியும் தன்மை கொள்ளவும் அவற்றைப் பாட்டுச் செய்வர். இந்தியாவில்

உற்பத்தியாகும் சிகரெட்டுப் புகையிலையில் பெருமளவு இங்கிலாந்திற்கு ஏற்றுமதியாகிறது.

பீடிப் புகையிலையில் சுரும்புள்ளிகள் (spangles) வந்ததும் செடி முழுவதையும் அறுத்தெடுத்து உலர்த்திக் கிளைகளை நடுநரம்பிலிருந்து பிழ்த்தெடுப்பர். இவ்வாறு தண்டாக உள்ள இலைகளை வணிகர் வாங்கித் தூளாக்குவர். இத்துளைக் காரை அல்லது சுருந்தும்பி (diospros) என்னும் இலையில் வைத்துப் பீடி சுற்றுவர். இவ்விலை மத்தியப் பிரதேச மாநிலத்தில் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது.

சுருட்டுப் புகையிலையின் செடியை அறுவடை செய்து கொத்துக் கொத்தாக வெயிலில் தொங்க விடுவர். உலர்ந்த கொத்தை அடுக்குவர். இலை சுரும்புமுப்பு நிறமும் இனிய மணமும் பெற்றதும் தண்டிலிருந்து பறித்து விடுவர். சுருட்டுக்காகவும் சுவைப்பதற்காகவும் வாய்ப் புகையிலை பயிரிடப்படுகிறது. இது தமிழ்நாடு, ஒரிசா ஆகிய பகுதிகளில் உற்பத்தியாகிறது. இச்செடிக்கு 10 - 12 இலைகள் வந்ததும் முளையைக் கிள்ளுவர்.

பஞ்சாப், உத்திரப்பிரதேசம், பீகார் ஆகிய மாநிலங்களில் ஹுக்கா புகையிலை பயிராகிறது. இதில் நி. ரஸ்டிகா, நி.பாக்கம் என்னும் இரு சிற்றினங்களும் உள்ளன. இதிலும் முளைகளைக் கிள்ளுவதும் முழுச் செடிகளை அறுவடை செய்வதும் உண்டு. செடிகளைப் பச்சையாக உள்ள போதே குழிகளில் இட்டு 7 - 10 நாள்கள் நொதிக்க விடுவர். பின்னர் அந்த இலைகளைக் கயிறு போல் முறுக்கி விற்பனைக்கு அனுப்புவர். சில வகைப் புகையிலைச் செடிகளின் தண்டுகளும் ஹுக்காவுக்குப் பயன்படும்.

கொழுந்து ஒடித்தல் (topping). செடியில் நட்ட 55 நாள்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. வாய்ப்புகையிலை, சுருட்டுப் புகையிலைப் பயிர்களில் ஏறக்குறையப் பாதிச் செடிகளில் பூங்கொத்துத் தோன்றியதும் உச்சியில் உள்ள கொழுந்தையும் பூங்கொத்தையும் ஒடித்து நீக்கி விடுவதுண்டு. ஆந்திரத்தில் சுருமண் நிலத்தில் பயிராகும் வெர்ஜீனியா புகையிலை, சுற்றும் புகையிலை ஆகியவற்றில் கொழுந்தை ஒடிப்பதில்லை. வெர்ஜீனியா புகையிலையில் 20-24 இலைகளையும் அப்படியே விட்டுவிடுவதுண்டு.

முளை எடுத்தல் (desuckering). கொழுந்து ஒடித்ததும், இலைச்சந்துகளிலுள்ள முளைகள் தீவிரமாக உண்டாகத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறு தோன்றும் முளைகளைக் கிள்ளுவதற்கு முளை எடுத்தல் என்று பெயர். மேலுள்ள 5 இலைச் சந்துகளில் குச்சியால் தேங்காய் எண்ணெய்யைத் தொட்டு வைத்தால் வெர்ஜீனியா புகையிலையில் முளைகள் உண்டாவதில்லை. இலைச்சந்தில்

முனைகள் வளரும்போது, அவை செடியிலுள்ள சாரத்தை இழுத்துக் கொள்வதால் மையத் தண்டிலுள்ள இலைகள் கூடுமான அளவு வளர்வதற்கு வசதி இருக்காது. தவிர இலைகள் முதிர்வதும் தாமதமாகும். பாடஞ் செய்த புகையிலையிலும் சிறிது கசப்பு இருக்கும். முனைகளை அகற்றுவது 5 அல்லது 6 முறை செய்யப்படுகிறது. வேப்பெண்ணெய், சாண்டோவிட் என்னும் ஒட்டும் நீர்மம், நீர் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து நன்கு கடைந்து, கொழுந்து ஓடித்த உடனேயே இலைக் கணுக்களில் பஞ்சு கட்டிய குச்சியால் தொட்டுவைத்தால் பின்பு அந்த இடத்தில் சிம்புகளே முளைப்பதில்லை. இம்முறை வாய்ப்புகையிலை விவசாயிகளுக்கு பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இம்முறையைக் கையாளுவதால் புகையிலைச் செடி 10 - 15 நாட்கள் முன்னதாகவே அறுவடைக்கு ஆயத்தமாகி விடும். தமிழகத்தில் 2% நாஃப்தலின் அசெட்டிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்திச் சிகரெட், சுருட்டுப் புகையிலைகளில் முனைகள் உண்டாகாமல் செய்துள்ளனர்.

அறுவடை. புகையிலை, பயிரிடப்படும் வகைகளைப் பொறுத்தே வெவ்வேறு காலங்களில் அறுவடையாகிறது. புகையிலை முதிர்ந்திருப்பதைப் பின்வரும் அறிகுறிகளை வைத்துக் கண்டறியலாம். இலைகளில் முதலில் பச்சை நிறமும் பின்பு மஞ்சள் கலந்த பச்சை அல்லது இள மஞ்சள் நிறமும் தோன்றும். வெர்ஜீனியாப் புகையிலையில் கீழிருந்து மேலாக வாரம் ஒரு முறை என இரண்டு அல்லது மூன்று இலைகள் அறுவடை செய்யப்படும். இவ்வாறு 20-24 பாடம் செய்ய வேண்டிய இலைகளை 6 - 8 வாரங்களில் அறுவடை செய்வர். அறுவடை செய்யப்பட்ட இலைகளை மூங்கில் குச்சிகளில் குச்சி ஒன்றுக்கு 100 இலைகள் வீதம் தொங்கவிட்டுப் பாடம் செய்யலாம்.

பீடிப் புகையிலையை ஜனவரி - பிப்ரவரி மாதங்களில் அறுவடை செய்வர். செடியின் மேல் பகுதியில் பெரும்பாலான இலைகளில் செந்துருப்புள்ளிகள் தோன்றியவுடன் அறுவடை செய்யலாம். சிகரெட், சுருட்டு, சுருட்டு வகைப் புகையிலையில் நட்ட 90 - 100 நாட்களில் இலைகளை அறுவடை செய்யலாம். இலைகள் நொறுங்கும் தன்மையுடனும் இலைப் பரப்பில் சுருக்கங்களுடனும் மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறத்தில் காணப்படும். வாய்ப்புகையிலை நட்ட 110 - 120 நாட்களில் அறுவடை செய்யப்படுகிறது.

நி. ரஸ்டிகா (ஹுக்கா புகையிலை) என்பது மே - ஜூன் மாதங்களில் பெரும்பாலும் அறுவடை செய்யப்படுகிறது. பீடி, சிகரெட், சுருட்டு, வாய்ப் புகையிலை, ஹுக்கா புகையிலைச் செடிகள் வெட்டப்பட்டு அறுவடை

செய்யப்படும். ஆனால் மேற்கு வங்கத்தில் மட்டும் இலைகளைத் தனித்தனியாக அறுவடை செய்து பாடம் செய்வர். வாய்ப் புகையிலையில் கோந்துகளும் குங்கிலியமும் உண்டாகி இலைகள் பிசுபிசுப்பாகின்றன. குழைவான இலைகள் பின்னர் விறைப்பாகும். சிவபுரிப் புகையிலையில் மோகர் என்னும் வட்டமான பழுப்புப் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. மாலையில் அறுவடை செய்தால் இலைகள் சற்றுக் குழைவாயிருக்கும். இலைகளுக்கு ஓரளவே சேதம் உண்டாகும். காலையில் புகையிலையை அறுவடை செய்தால் சேதம் மிகுதி. தமிழகத்தில் செடிகளைத் தரைக்குப் பக்கத்தில் வெட்டுவர்.

பாடம் செய்தல் (curing). அறுவடையான புகையிலையைப் பாடம் செய்வதைப் பொறுத்துப் புகையிலையின் குணம் அமைகிறது. புகையிலை வகையைப் பொறுத்தும், சந்தையின் தேவையைப் பொறுத்தும், வெவ்வேறு இடங்களில் புகையிலை பலவிதமாகப் பாடம் செய்யப்படுகிறது. பாடம் என்பது பச்சைப் புகையிலையை உலர்த்துவதையும், அப்பொழுது ஏற்படுகிற புழுக்கத்தை முறைப்படி அடைத்துக் கொள்வதையும் குறிக்கிறது. அதில் பாக்கிரியா இன்றியமையாப் பங்கெடுத்துக் கொள்கிறது. புழுங்கும் காலத்தில், இலையிலுள்ள ஈரம், மாவுப் பொருள், சர்க்கரைப் பொருள், வெப்ப நிலை, காற்றோட்டம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் புழுக்கத்தின் தன்மை வேறுபடுகிறது. புகையிலையை அப்படியே உலர்த்தினால், அது மொறமொறவென்று நொறுங்கும் தன்மையை அடையும். சுவையும், சரியான எரியும் குணமும் இல்லாததோடு, அது எரிந்த பின்கிடைக்கிற சாம்பலும் கறுப்பு நிறமாயிருக்கும். சிறிது, கசப்பும் ஏற்படும். முறையாக பாடம் செய்யும்போது புகையிலையைப் பொறுத்து மஞ்சள் முதல் ஆழ் கரும் பழுப்பு வரையிலுள்ள பல நிறங்கள் தோன்றுவதோடு, புகையிலை பட்டுப் போல் மென்மையாகவும் குழைவான பதத்துடனும் இருக்கும். அதன் புகை வெளிர் நிறமாயும் சாம்பல் வெள்ளையுமாயிருக்கும்.

கொட்டகையில் பாடம் செய்தல். சிகரெட் (வெர்ஜீனியா) புகையிலையைப் பாடம் செய்யும் கொட்டகைகளில், வெப்பநிலையையும், காற்றோட்டத்தையும், காற்றின் ஈரப்பதத்தையும் வேண்டியபடி அமைத்துக் கொள்ள வசதியிருக்கிறது. அவை பொதுவாக 4.8 x 4.8 x 4.8 மீ. அல்லது 6.0 x 6.0 x 6.0 மீ. அளவில் இருக்கும். அவற்றில் முறையே 6 ஹெக்டேர், 8 ஹெக்டேர் விளைச்சலை ஒரே சமயத்தில் பாடம் செய்யலாம். இவற்றின் தனி அடுப்புகளில் எரிபொருளை இடும்போது உண்டாகும் வெப்பக் காற்று



கட்டடத்தில் உள்ள பல குழாய்த் தொகுப்புகள் மூலமாகச் சென்று வெளியேறுகிறது. உட்செல்லும் குழாய்வாயின் அடைப்பு மூலமாக உள்ளே செல்லும் வெப்பக் காற்றையும், பக்கங்களிலுள்ள சன்னல்கள் மூலமாகக் காற்றோட்டத்தையும் சீராக்கிக் கொண்டு, அறையின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் ஒரே சீராக வெப்ப நிலை, ஈரப்பதம், காற்றோட்டம் ஆகியவற்றைத் தேவையானபடி அடைத்துக் கொள்ள முடியும்.

வெர்ஜீனியாப் புகையிலை அடி முதல் நுனி வரை, படிப்படியாக வெளிரி இளமஞ்சளாக முதிர்கிறது. முதிர் முதிர்ப்

பல முறை இலைகள் அறுவடையாகின்றன. கொட்டைகளில் இலைகளைப் பாடம் செய்வதற்கு 5 அல்லது 6 நாள் களாகும். 1.5மீ. நீளமுள்ள மூங்கில் கோல்களின் இரு பக்கங்களிலும் இலைகளைக் கயிற்றால் பிணைத்து தொங்கவிடுவர். இந்தக் கோல்களுக்கு அடுக்குக் கோல்கள் (tier poles) என்று பெயர். ஒரு கோலில் 100 இலைகளைத் தொங்கவிடலாம். கட்டடத்தில் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக வைத்திருக்கும் சாரங்களில் இந்தக் கோல்களை அடுக்கி வைப்பர். பெரிய கொட்டைகளில் 1,500 கோல்களை அடுக்கலாம்.



கரும் வேர் அழுகல் நோய்



பாக்டீரியா அழுகல் நோய்



நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்ட வேர் முடிச்சு

மாலைக்குள்ளாக இலைகளைக் கட்டிக் கோல்களைச் சாரங்களில் அடுக்கி வைப்பர். மறுநாள் காலையில் அடுப்பு மூட்டி, சன்னல்களை அடைக்கும்போது, கட்டடத்துக்குள் சுற்றி வருகிற குழாய்கள் மூலம் வெப்பக் காற்று செல்லும். இதனால் கட்டடத்தின் வெப்ப நிலை உயரும். தொடக்கத்தில் கட்டடத்திற்குள் வெப்பநிலை 29.5°C ஆக இருக்கும். அது படிப்படியாக 37.7°C க்கு பின்னர் மணிக்கு 1.7°C - 2.9°C வீதம் வெப்பம் உயர்த்தப்படும்போது 30 மணி நேரத்தில் இலைகளின் நிறம் மஞ்சளாக மாறும். நிலையை உயர்த்தி 51.1°C இல் 24 - 30 மணி நேரத்திற்கு வைத்திருக்கும் போது, இலையின் மஞ்சள் நிறம் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. பின்பு வெப்பநிலையை 54.4°C க்கு உயர்த்தி இலைகள் உலர்த்தப்படுகின்றன. முதலில் சன்னல்களை சிறிது திறந்து பின்னர் முழுதுமாக திறந்து வைப்பர். அவற்றைச் சரியானபடி திறக்காவிட்டால் இலையிலிருந்து நீராவி படிந்து இலைகளில் ஈரங்கோர்த்துக்கொள்ளும். இலை உலர்வதற்கு ஏறக்குறைய 48 மணிநேரமாகிறது. இலைக் காம்புகளிலும் நரம்புகளிலும் இருக்கும் ஈரத்தை, வெப்ப நிலையை மேலும் உயர்த்தி வெளியேற்ற வேண்டும். படிப்படியாக வெப்ப நிலையை 60°C க்கு உயர்த்தி அந்தநிலையில் 8 மணி நேரம் வைத்திருந்து, பின்னர் 73.9°C க்கு உயர்த்தி, அதே நிலையில் இலைக்காம்புகள் காயும்வரை வைத்திருக்க வேண்டும்.

**சட்டங்களில் பாடஞ் செய்தல் (rack curing).** வெர்ஜீனியாப் புகையிலையைச் சட்டங்களின் மேல் வைத்துப் சிறிதளவு பாடம் செய்வர். சட்டங்களில் பாடம் செய்த புகையிலை, கொட்டகைகளில் பாடம் செய்வதைப்போல மென்மையாகவும், ஒரே தரமாகவும் இராது. முப்புரிக் கோணிக் கயிறுகளில் இரு பக்கங்களிலும் இலைகள் தொங்கும்படியாக 2.25 மீ. நீளத்திற்குப் பிணைத்து இரு நுனிகளையும் இழுத்து, விறைப்பாயிருக்கும்படி 2.7 மீ. மூங்கில் கோலுடன் சேர்த்துக் கட்டுவர். ஒன்றுக்குப் பக்கத்தில் ஒன்று நெருக்கி விட்டுத் திண்ணைகளில் சட்டங்களின் மேல் கோல்களை அடுக்கி வைப்பர். இலைகளுக்கு ஊடே போதுமான காற்றோட்டம் இருக்கும். நேராக வெயிலும் படாது. இம்முறையில் வெப்பநிலையையும் காற்றையும் கட்டுப்படுத்த முடியாது. இவ்வாறு 24 மணி நேரம் வரை நிழலில் வைத்திருக்கும்போது இலைகள் மஞ்சளாகின்றன. பின்னர் மூங்கில் கோல்களை இலைகளுடன் கொண்டுபோய் திறந்தவெளியில், வெயிலடிக்கும் இடங்களிலுள்ள சட்டங்களின் மீது வைக்க வேண்டும். திண்ணையில் இருக்கும்போது உண்டான மஞ்சள் நிறம் திறந்தவெளியில் 2 நாள்களில் நிலைப்படும். பனிபடாதபடி இரவில் சட்டங்களைப் பாயால் மூடிவைத்துப்

பகலில் எடுத்துவிட வேண்டும். இலைகளும் இலைக்காம்புகளும் இரு வாரங்களில் உலர்ந்துவிடும். இக்காலத்தில் மழையிருந்தால் இலைகள் நன்கு பாடம் ஆகாமல் மடிந்துவிடும்.

இலைகள் உலர்ந்தபின், இலைக் கயிறுகளை மூங்கில் கோல்களை விட்டு எடுத்து, ஒன்று சேர்த்து அறைகளில் வைத்துக் குவியலாக்கி இரண்டு நாள்களுக்கு ஒரு முறை பிரித்துப் பழையபடி ஒன்று சேர்க்க வேண்டும். புகையிலையில் குவியலாக இருக்கும்போது மிகுதியும் மணம் உண்டாகிறது. குவியல்களைப் பிரித்து பழையபடி ஒன்று சேர்ப்பதால், இலைகள் காற்றாடி, கூடுதல் வெப்பம் ஏறாமலும் அழியாமலும் இருக்கின்றன. முறையாகப் பாடமாகிய பின் கயிறுகளிலிருந்து இலைகளைப் பிரித்து எடுத்து, வகைப்படுத்தி விற்பனைக்கு அனுப்புவர்.

சுருட்டுப் புகையிலையுங் கூடச் சட்டங்களின் மேல் வைத்துப் பாடம் செய்யப்படுகிறது. ஆனால் சிகரெட் புகையிலை மஞ்சளாகவும், சுருட்டுப் புகையிலை கரும்பழுப்பாகவும் இருக்க வேண்டுமாதலால் அவற்றைப் பாடம் செய்யும் முறைகளில் வேறுபாடு உள்ளது. சுருட்டுப் புகையிலை வளமான நிலங்களில் உண்டாவதாலும் அதற்குக் கூடுதலான ஒரு இடுவதாலும் கொழுந்து ஓடித்துச் சில இலைகளையே செடிகளில் விட்டு வைப்பதாலும் இலைகள் கனமாக இருக்கின்றன. அவற்றிலுள்ள நிக்கோட்டின் அளவும் மிகுந்திருக்கிறது. இலைகள் முதிர்ந்து மஞ்சள் படரும்போதும் செடிகளை வெட்டி நிலங்களிலேயே ஒரு நாள் விட்டு வைத்திருப்பர். அப்போது சிறிது ஈரம் வெளியாவதால் இலைகளின் விறைப்புத்தன்மை குறையும். ஒன்றுக்குப் பக்கத்தில் ஒன்றாக 450 இலைகளை 2.25 மீ. நீளத்தில் நெருக்கி வைத்து 5 முறுக்குக் கோணிக் கயிறுகளால் இணைத்துக் கட்டுவர். இந்தக் கயிறுகளை திறந்த வெளிகளில் அமைந்திருக்கிற சட்டங்களில் ஒன்றிற்கொன்று பக்கமாக இழுத்துக்கட்ட வேண்டும். இலைகள் உலர்வதற்கு 4 நாட்களாகும். பின் இலைக் கயிறுகளைச் சட்டங்களிலிருந்து எடுத்துக் குவியலாகச் சேர்த்து வைக்க வேண்டும். அவற்றை 10 - 14 நாள்களுக்கொரு முறை பிரித்துக் காற்றாட விட்ட பின் பழையபடி சேர்த்துக் குவிக்க வேண்டும். சில காலத்துக்குப் பின் குவியல்களைப் பிரித்து மாற்றிப் பழையபடி குவிக்கும்போது வெல்லமும் கடுக்காய்த் தூளும் கலந்த தீரைத் தெளிப்பர். வெல்லம் சேர்ப்பதால் புழுக்கம் தீவிரமாகிறது. குவியல்களில் புழுக்கம் இருக்கும்வரை அவற்றை அடிக்கடி மாற்ற வேண்டும். புழுங்கும்போது புகையிலையில் கறுப்பு நிறமும் விறுவிறுப்பான மணமும் உண்டாகின்றன. அதன் பின் இலைகளைக் கயிற்றிலிருந்து பிரித்து 5 நாட்கள்



கிழித்து உள்ளே நிரப்பும் புகையிலையாகவும் (filler) சுற்றும் புகையிலையாகவும் கட்டும் புகையிலையாகவும் பிரித்துத் தனித்தனி கட்டுகளாக்கிட வேண்டும்.

தமிழ்நாட்டில் சுருட்டுப் புகையிலை வேறுவிதமாகப் பாடமாகிறது. இலைகள் முதிர்ந்தபின் மாலை நேரத்தில் செடிகளை வெட்டிப் புலங்களில் விட்டு வைப்பர். இரவு நேரத்தில் செடிகள் சிறிது உலர்கின்றன. காலையில் 25 - 30 செடிகளை ஒன்று சேர்த்துக் குவியலாக்கி வைப்பர். சில சமயங்களில் அவற்றை வைக்கோலால் மூடி வைப்பதுண்டு. நாள்தோறும் மாலையில் விரித்து விட்டுக் காலையில் குவியலாக்கிவிடுவர். இலைகள் 35 நாள்களில் காய்ந்து விடும். அப்போது செடிகளை எடுத்துத் திறந்த திண்ணைகளில் மூங்கில் கொடிகளில் இருபுறமும் தொங்கும்படி நெருக்கிக் கட்டி வைப்பர். வாய்ப் புகையிலைக்குச் செடிகளை வெட்டிய உடனே உலர்வதனால் மூங்கில் கொடிகளில் கட்டி வைப்பர். செடிகள் ஒன்றுபோல் உலர்வதற்காக நாள்தோறும் அவற்றை உட்பக்கம் வெளியாகவும் வெளிப்பக்கம் உள்ளாகவும் இருக்கும் வண்ணம் புரட்டிக் கொடுப்பர். இலை உலர்வதற்கு 40 நாள்களும் அதன்பின் இலைக் காம்புகளை உலரச் செய்வதற்கு 30 நாள்களும் ஆகின்றன. வாய்ப்புகையிலை, சுருட்டுப் புகையிலை ஆகிய இரண்டிலுமே இலைப்பகுதி உள்ளேயும் அடிப்பகுதி வெளியேயுமாக வைத்துச் செடிகள் புழுங்குவதற்குக் குவியல்களாக்கி அடுக்கி வைப்பர். குவியல்கள் 1.5 மீ. கன சதுரமாக இருக்கும். அவற்றைச் சாக்கால் மூடி மேலே கல் வைப்பதுமுண்டு.

தொடக்கத்தில் புழுக்கம் தீவிரமாயிருக்கும்போது இரண்டு நாள்களுக்கு ஒரு முறை குவியலைப் பிரித்து மாற்றி மீண்டும் குவிக்க வேண்டும். அடிக்கடி குவியலை மாற்றாவிட்டால் இலைகள் அழுகிவிடும். நாளடைவில் புழுக்கம் அடங்கிய பின் குவியலில் வெப்பம் ஏறாது. புழுங்குகிற காலத்தில் இலைகள் கரும் பழுப்பாக மாறுகின்றன. அப்போது இலைகளைச் செடியிலிருந்து கொய்தெடுத்துச் சிறு கைகளாகச் சேர்த்துக் கட்டிப் பழையபடி குவிக்க வேண்டும். சரியான புழுக்கம் ஏற்படாவிட்டால் புகையிலையில் பச்சை வாய்ப்புகையிலைக்கும். அப்போது வெல்லத்தை நீரில் கரைத்துப் புகையிலைக் கைகளின் மீது சிறிது தெளிக்க வேண்டும். இதனால் இலைகள் மேலும் புழுங்குவதால் சிறந்த மணம் தோன்றும். நன்கு பாடமான பின் கைகளைப் பிரித்து இலைகளின் அளவையும், நிறத்தையும் பொறுத்து வகை பிரித்து ஒரு கைக்குள் அடங்குமாவு சிறிய கைகளாகக் கட்டி விற்பனைக்கு அனுப்புவர்.

குழிப்பாடம். கோயம்புத்தூரில் வாய்ப் புகையிலை இம்முறையில் பாடமாகிறது. மூங்கில் கொடிகளில் செடிகளைக் கட்டிப் பாடம் செய்வதற்கு அறுவடை செய்ய வேண்டிய பருவத்துக்குச் சிறிது முன்பாகவே புகையிலையை வெட்ட வேண்டும். புலங்களிலேயே வைத்திருந்த ஓரிரு நாள்கள் உலர்ந்தபின் அவற்றை எடுத்து நிலத்தில் குழிவெட்டிக் கேழ்வரகுத்தாள் போட்டு அதன் மேல் அடுக்கி வரவேண்டும். அடுக்கும்போது குழியின் பக்கத்திலுள்ள மண்ணில் புகையிலை படாதவாறு கேழ்வரகுத்தாளை அணைத்துச் செடிகள் குழிக்கு மேல் 60 செ.மீ. உயர்ந்த பிறகு மேலே கேழ்வரகுத்தாளை பரப்பி அதன் மேல் கனமாக மண்போட்டு மூடி வைக்க வேண்டும். 12 - 15 நாள்களுக்குப் பின் புகையிலைச் செடிகளைக் குழியிலிருந்து எடுத்து மூங்கில் கொடிகளில் கட்டி உலர்த்த வேண்டும். சிறிது உலர்ந்த பின் செடிகளை நீளவாக்கில் பிளந்து பழையபடி மூங்கில் கொடிகளில் கட்டி நன்றாக உலர்த்திக் குவியலாக்கிப் பின் மற்ற முறைகளில் செய்வது போலவே அவற்றையும் பாடம் செய்ய வேண்டும். ஆனால் இம்முறையில் வெல்ல தீரை தெளிக்கக்கூடாது. பாடம் செய்த புகையிலை கறுப்பாகவும் காரமாகவும் இருக்கிறது. இவ்வகை, தமிழகத்தின் குடியாத்தம் என்னுமிடத்தில் பெரிதும் விற்பனையாகிறது.

கோ. அர்ச்சுன்  
கே. ஆர். பாலசந்திர கணேசன்

## புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும்

புகையிலையில் தோன்றும் பூச்சி, நோய்களால் புகையிலையின் விளைச்சலும் தரமும் குறைந்துவிடுகின்றன. புகையிலையில் காணப்படும் புகையிலைப் புழு, வேர்த்தண்டுப்புழு, அசுவுணி, வெள்ளை ஈ, காய்ப்புழு, வேர்நாவாய்ப் பூச்சி, நூற்புழு, ஒட்டுண்ணி முதலியவையும் நூற்றழுகல் (damping off), கருந்தண்டழுகல் (black shank), சாம்பல் நோய், தவளைக் கண் இலைப்புள்ளி, பழுப்புப் புள்ளி, கோணப் புள்ளி, காட்டுத் தீ நோய் (wild fire), தேமல், இலைச்சுருட்டை போன்ற நோய்களும் இழப்பை ஏற்படுத்துகின்றன.

### புகையிலையைத் தாக்கும் பூச்சிகள்

புகையிலைப்புழு. இதற்கு ஸ்போடாப்ளரா லிட்ரோ (Spodoptera litura) என்று பெயர். இப்புழு, வெட்டுப்புழு (cut worm) எனவும் கூறப்படுகிறது. இரவில் நூற்றங்காலில் இலைகளையும் இளஞ்செடிகளின் தண்டையும் கடித்து அழிவுண்டாக்கும். நட்ட பயிரில் இலை நரம்பைத் தவிர ஏனைய பகுதிகளை உண்டுவிடும். இராப்பூச்சி பழுப்பு

806 புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும்

நிறமுடையதாகவும் முன் இறக்கைகளில் நெளிவான வெண்கோடுகளுடன் காணப்படும். தாய் இராப்பூச்சி முட்டைகளைக் குவியலாக இலைகளின் அடியில் இட்டு மெல்லிய பழுப்பு நிற மயிரிழைகளால் மூடுகிறது. இது 300 - 700 முட்டைகளை 2 - 4 குவியலாக இடும். சில சமயங்களில் இலைகளின்மேல் பகுதியிலும் முட்டைகளை இடும். முட்டை இருவதற்கு 21°C வெப்பநிலை மிகவும் ஏற்றதாக உள்ளது.

முட்டைகளிலிருந்து 3 - 5 நாள்களில் புழு வெளிப்பட்டு இலைகளைக் கடித்து உண்ணும். 12 - 26 நாள்களில் முழுவளர்ச்சியுற்று 35 - 50 மி.மீ. நீளமும், தடிப்பும், பச்சை கலந்த பழுப்பு நிற உடலில் திட்டு திட்டாக கருமையான புள்ளிகளும் பெற்றுக் காணப்படும். உடலின் பக்கவாட்டில் மஞ்சள் நிறக்கோடுகள் இருக்கும். புழு மண்ணினுள் கூண்டுகட்டி அதனுள் புழுவாகி 6 - 16 நாள்களில் இராப்பூச்சியாக வெளிவரும். வெப்பநிலை 22°C இருக்கும்போது பெண் பூச்சிகள் 49 - 53 நாள்களும் ஆண் பூச்சிகள் 50 - 56 நாள்களும் உயிர் வாழ்கின்றன. தரை மட்டத்திலிருந்து 5 செ.மீ. ஆழத்திலுள்ள கூண்டுப்புழுக்கள் முழுவதும் இராப்பூச்சிகளாகும் தன்மை கொண்டவை. 6 - 9 செ.மீ. ஆழத்திலுள்ள கூண்டுப்புழுக்கள் இராப்பூச்சிகளாவது குறைவாகக் காணப்படுகிறது. 10 செ.மீ. ஆழத்திலுள்ளவை இராப்பூச்சிகளாக வெளிவர முடிவதில்லை. மணல் நிலங்களில் களிமண் நிலங்களைவிட இது எளிதாக கூட்டுப்புழுவாகிறது. இதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.05% குவினால்ஃபாஸ் அல்லது 0.025% மெதோமைல் (methomyl) மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும். மோனோகுரோட்டாஃபாஸ் அல்லது குளோரபைரிஃபாஸ் 0.04%, எண்டோசல்ஃபான் 0.05% மருந்தையும் தெளித்து இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம். செயற்கைப் பைரத்தீன்களாக ஃபென்வலரேட் 0.01%, டெக்காமெத்தின் 0.002% அல்லது சைபர்மெத்தின் 0.005% மருந்தும் பயன்படுத்தலாம்.

தண்டுப்புழு (stem borer). இதன் உயிரியல் பெயர் ஸ்குரோப்பிபால்பா ஹீலியோபா (*Scrobipalpa heliopa*). இது பீடி, வெர்ஜினியா புகையிலைகளில் பேரழிவுண்டாக்கும். இதன் புழுக்கள் இலை நடு நரம்புகளிலும் தண்டுகளிலும் குடைந்து வீக்கங்களை உண்டாக்கும். இராப்பூச்சி சிறியதாகவும் பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். ஒரு தாய் இராப்பூச்சி 108 முட்டைகளை இலை நரம்பு அல்லது தண்டின் மீதோ தனித்தனியாகவோ இடுகிறது. புழுக்கள் 3 - 10 நாள்களில் வெளிப்பட்டுத் தண்டைத் துளைத்துப் பிறகு 16 - 26 நாள்களில் வீக்கங்களில் கூண்டுப்புழுவாக மாறும். புழு, தண்டு அல்லது இலை நடு நரம்பினுள் குடைந்து உண்பதால் அவ்விடங்களில் வீக்கம் உண்டாகும். இராப்பூச்சி 10 - 17 நாள்களில்

வெளிவரும். வளர்ந்த பூச்சிகள் 10 நாள்கள் உயிர் வாழும். இப்பூச்சியின் தாக்குதல் மே, ஜூன் மாதங்களில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. தண்டின் வீக்கப் பகுதியிலிருந்து கத்தியால் மெல்லக் கீறிப் புழுக்களை ஊசியால் குத்தி எடுக்கலாம். இதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு எண்டோசல்ஃபான் 0.075% கார்பரில் 0.05%, குவினால்ஃபாஸ் 0.025%, ஃபார்மோதியான் 0.025% அல்லது ஃபாஸ்பமிடான் 0.03% மருந்தைத் தெளிக்கலாம். குவினால்ஃபாஸ் 0.025% மருந்தை 15 நாள்கள் இடைவெளியில் 4 முறை தெளிக்கலாம். 10 நாள்கள் இடைவெளியில் 1லி. நீருக்கு 1.4 மில்லி வீதம் குளோரபைரிஃபாஸ் மருந்தைத் தெளித்தும் புகையிலைத் தண்டுப் புழுவைக் கட்டுப்படுத்தலாம். குவினால்ஃபாஸ் 0.05% தெளித்து இப்பூச்சியின் முட்டைகளை அழிக்கலாம்.

புகையிலை அசுவுணி. இதன் உயிரியல் பெயர் மைசஸ் பெர்சிகே (*Myzus persicae*). இந்த அசுவுணி பச்சை அல்லது மங்கலான பழுப்பு நிறமுடையது. அசுவுணியும் அதன் குஞ்சுகளும் ஆயிரக்கணக்கில் இலைகளின் அடிப்பகுதியில் கூட்டமாகச் செடிச் சாற்றை உறிஞ்சி அழிவுண்டாக்கும். இதனால் பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் பழுப்பு நிறமாகிச் சுருண்டு நோய்வாய்ப்பட்டது போன்ற தோற்றத்தைத் தரும். இவ்வாறான இலைகள் பதனிடத் தகுதியற்றவையாகி விடுகின்றன. மேலும் அசுவுணி தேன்துளி போன்ற கழிவுப் பொருளை இலைகளின் மீது வெளிப்படுத்துகிறது. இத்தேன்துளி மீது கருமை நிறப் பூசணம் வளர்ந்து இலை நிறத்தை மாற்றுகிறது. இந்த அசுவுணியின் வாழ்க்கைச் சுழல் 15-30 நாள்களாகும். இறக்கையுள்ள, இறக்கையில்லாத அசுவுணிகள் 4 அல்லது 5 குஞ்சு நிலைகளைக் கொண்டுள்ளன. குஞ்சுப் பருவம் 5 - 7 நாள்கள். இறக்கையில்லாத அசுவுணிகள் மிகுதியான குஞ்சுகளை உண்டாக்கும். மேலும் இதன் வாழ்க்கைச் சுழல் குறைவான நாள்களில் முடியும். இறக்கையுள்ள, இறக்கையில்லாத அசுவுணிகள் பெருகுவதற்கு முறையே ஜனவரி, பிப்ரவரி மாதங்களும் டிசம்பர், ஜனவரி மாதங்களும் மிகவும் ஏற்றவை. பிப்ரவரியின் இரண்டு மற்றும் மூன்றாம் வாரங்களில் இறக்கையுள்ள, இறக்கையில்லாத இருவகை அசுவுணிகளிலும் இனப்பெருக்கத்தின் அளவு குறையும். 0.03% டைமெதோயேட்டும், 0.025% மெத்தில் டெமெட்டானும் தெளித்து இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம். புகையிலையின் சாகுபடி பருவத்தில் தயோமெட்டான் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். மெத்தில் டெமட்டான் ஹெக்டேருக்கு 110 மில்லி வீதம் தெளித்தும் அசுவுணிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இத்தெளிப்பு மருந்துகளை 10 நாள்களுக்கு ஒரு முறை தெளிக்க வேண்டும். இதனைக்



கட்டுப்படுத்த ஹெக்டேருக்கு 30 கி.கி. டைசல்ஃபடான் குறுணை மருந்தையும் இடலாம்.

**வெள்ளை ஈ.** புகையிலையில் காணப்படும் வெள்ளை ஈயை பெமிசியா டபாசி (*Bemisia tabaci*) என்பர். ஒரு தாய்ப்பூச்சி 3 - 155 முட்டைகளை இலைகளின் அடிப் பகுதியில் இடுகிறது. முட்டையிலிருந்து குஞ்சுகள் 31°C வெப்பநிலையில் 7 நாள்களிலும், 27°C வெப்பநிலையில் 9 நாள்களிலும் வெளிவருகின்றன. நிலைப்பருவம் மற்றும் கூட்டுப்புழு பருவம் முறையே 3.5, 2.1. இதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 30 மில்லி மெத்தில் டெமட்டான் மருந்தை 22லி. நீரில் கலந்து 8 - 10 நாட்கள் இடைவெளியில் தெளிக்க வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு ஆல்டிகார்ப் அல்லது ஃபோரேட் அல்லது கார்போஃபியூரான் குறுணைகளை 0.075 கி.கி. நச்சு மருந்து என்னும் அளவில் இட்டு இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**காய்ப்புழு.** இதற்கு ஹீலியோதியை ஆர்மிஜெரா (*Heliothi armigera*) என்று பெயர். கடலைப் பச்சைப் புழு, புகையிலையில் விதை சேகரிப்பதற்காக விடப்பட்டிருக்கும் காய்களைத் துளைத்து அழிக்கும். இதைக் கட்டுப்படுத்த செயற்கைப் பைரத்ரீன் பூச்சிகொல்லிகளான ஃபென்வலரேட் 0.01%, டெக்காமெத்ரீன் 0.0028%, சைபர்மெத்ரீன் 0.005% மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும்.

**வேர் நாவாய்ப்பூச்சி.** ஸ்டிபாரோபஸ் டேபுலேட்டஸ் (*Stibaropus tabulatus*) என்னும் நாவாய்ப்பூச்சி புகையிலையின் வேர்களைத் தாக்குகிறது. இப்பூச்சி தட்டையாகவும் மண் நிறத்துடனும் இருக்கும். தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் இப்பூச்சி மிகுந்து காணப்படுகிறது. புகையிலைச் செடியின் வேர்களைத் தாக்கி அதிலுள்ள சாற்றை உறிஞ்சி அச்செடியின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கிறது. இதனால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் சில சமயங்களில் வாடிக் காய்ந்துவிடுகின்றன. இதனைக் கட்டுப்படுத்த மோனோகுரோட்டாஃபாஸ் 0.04% அல்லது டைமெதோயேட் 0.03% மருந்தைச் செடிகளின் தூர்ப் பகுதிகளிலுள்ள மண்ணின் மீது தெளிக்க வேண்டும்.

**நூற் புழு.** புகையிலைப் பயிரில் பல நூற்புழுக்கள் உண்டாகின்றன. அவற்றுள் மெலாய்டுகைன் இன்காக்கிட்டா (*Meloidogyne incognita*), மெ.ஜவானிக்கா (*M.javanica*) என்னும் வேர் முடிச்சு நூற்புழு, பிராட்டிலென்சஸ் (*Pratylenchus* sp) என்னும் வேரழுகல் நூற் புழு, ரோட்டிலென்குலஸ் ரேனிஃபார்மிஸ்

புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும் 607 (*Rotylenchulus reniformis*) என்னும் அவரை வடிவ நூற்புழு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

வேர் முடிச்சு நூற்புழு புகையிலை வேர்களில் முடிச்சுகள் போன்ற வீக்கங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வகை அறிகுறியை வேதாரண்யம் பகுதியில் சலங்கைவேர் என்று கூறுகின்றனர். இவ்வீக்கங்களுக்குள் இருந்து வளர்ந்த பெண் புழு 300 - 400 முட்டைகளை இடும். இதிலிருந்து வெளிப்படும் நூல் போன்ற இரண்டாம் நிலை இளம் புழு புதிய புகையிலை வேருக்குள் சென்று அசையாமல் தங்கி உயிரணுச் சாற்றை உறிஞ்சி உண்டு வளரும். மும்முறை தோலூரித்து 20 - 30 நாட்களில் முழு வளர்ச்சியடையும். வளர்ந்த பெண் புழு 0.5 - 0.75 மி.மீ. விட்டத்தில் உருண்டை வடிவாக மாறும். ஆனால் வளர்ந்த ஆண் புழு வேரை விட்டு வெளிவந்து இனப் பெருக்கத்துக்கு உதவும். ஆணின் உதவியின்றிப் பெண் புழு 'பார்த்னோஜெனடிக்' (*parthenogetic*) முறையிலும் இனப் பெருக்கம் செய்ய இயலும்.

வேர் முடிச்சு நூற்புழுவால் தாக்கப்பட்ட புகையிலைப் பயிரின் வேர் வளர்ச்சி குன்றும். நிலத்தில் உள்ள சத்துப் பொருள்களையும் நீரையும் எடுத்துக் கொள்ளும் ஆற்றல் குறைவதால் புகையிலைச் செடி வீரியமிழந்து, வெளுத்து விளைச்சல் குன்றிக் காணப்படும். இந்நூற்புழு ஏற்படுத்தும் காயங்கள் வழியாகப் பூசணங்கள் போன்ற நோய்க் காரணிகள் எளிதாகச் செடிக்குள் சென்று வாடல் நோய் போன்றவற்றைப் பரவச் செய்யும். மணற்சாரி நிலங்களில் இந்நூற்புழுவின் தாக்குதல் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

வேரழுகல் நூற்புழுவின் வளரும் இளம் புழுக்களும், வளர்ந்த ஆண், பெண் புழுக்களும் மெல்லிய நூல் போன்ற உருவம் கொண்டவை. இவை செடியின் வேருக்குள் சென்று ஒரே இடத்தில் நிலைத்திராமல் நகர்ந்து வேரின் திசுக்களைத் தாக்கி உயிரணுச் சாற்றை உறிஞ்சும். தாக்கப்பட்ட வேர்ப்பகுதி பழுப்பு நிறமடைந்து பின்னர் அழுகிவிடும். வேரழுகல் நூற்புழு தன் முட்டைகளை வேருக்குள் அல்லது வேரை ஓட்டிய மண்ணில் இடும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளம்புழுக்கள் ஏறக்குறைய 30 நாட்களில் முழு வளர்ச்சியடையும். வளர்ந்த புழு 0.25 மீட்டருக்கும் குறைவான நீளமே இருக்கும். இதன் தாக்குதலால் செடி வீரியமிழந்து, வளர்ச்சி குன்றி, இலை வெளுத்து விளைச்சல் குறையும்.

அவரை வடிவ நூற்புழுவின் இளநிலைப் புழுக்களும் ஆண் புழுவும் மெல்லிய நூல் போன்று இருந்தாலும் வளர்ந்த பெண் புழு முந்திரிக் கொட்டையை ஒத்த உருவம் பெற்றிருக்கும். இதன் ஆண் புழுக்கள் செடியைப்

608 புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும்

பாதிப்பதில்லை. பெண் புழுக்களும் இளதிலையில் உணவின்றி வளர்ந்து முழு வளர்ச்சி அடையும் முன் புகையிலை வேரில் தன் உடலின் முன் பகுதியை மட்டும் நுழைத்துக்கொண்டு சாற்றினை உறிஞ்சி வளரும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளம் புழு 3 - 4 வாரங்களில் முழு வளர்ச்சியடையும். வளர்ந்த புழு 0.25 - 0.5 மி.மீ. நீளமிருக்கும். ஒவ்வொரு பெண் புழுவும் 50 - 60 முட்டைகளை இடும். இப்புழுவின் தாக்குதலால் புகையிலைச் செடி ஊட்டச்சத்தை இழந்து வளர்ச்சிக் குன்றிக் காணப்படும்.

விதைக்குமுன் நாற்றங்காலில் கார்போபியூரான் 3% குறுணை மருந்திட வேண்டும். வேர் முடிச்சு காணப்படும் நாற்றுகளை நடுமுன் நீக்கி விடவேண்டும். நாற்புழுத் தாக்குதல் உள்ள தோட்டங்களில் புகையிலை நீட்ட 10 - 15 நாளில் ஹெக்டேருக்கு 10 கி.கி. அல்டிகார்ப் (டெமிக்), 10% அல்லது 29.5 கி.கி. கார்போபியூரான் (பியூடரான்) குறுணை மருந்தை 4 பங்கு மணலுடன் கலந்து செடியைச் சுற்றி இட்டு, மண்ணைக் கிளறிவிட்டு நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். இது புகையிலையைத் தாக்கும் வெள்ளை ஈ, அசுவிணி போன்ற பூச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்தும். தொழு உரம் இடுவது, தோட்டத்தில் களைகள் இல்லாமல் வைத்திருப்பது, அறுவடைக்குப்பின் புகையிலைப் பயிரின் வேர் போன்ற கழிவுகளை நீக்கி அழிப்பது, கோடை உழவு செய்வது ஆகியவை நூற்புழு பெருகுவதைக் குறைக்கும். துளுக்கச் சாமந்தி, எள் போன்ற பயிர்களைப் பயன்படுத்தி இயன்றவரை பயிர்ச் சுழற்சியைக் கையாள்வதும் நூற்புழுவின் தாக்குதலைக் குறைக்க உதவும்.

### புகையிலையில் ஏற்படும் நோய்கள்

நாற்றமுகல் நோய். இது பித்தியம் அஃபானிடெர் மேட்டம் (Pythium aphanidermatum) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. நாற்றமுகல் நோய் புகையிலை பயிரிடப்படும் பகுதிகள் யாவற்றிலும் காணப்படுகிறது. இந்நோய் நாற்றங்காலிலும் நீட்டபின் இளஞ்செடிகளிலும் பேரிழப்பினை ஏற்படுத்துகிறது. இந்நோய் பரவுவதற்கு ஏற்ற சூழ்திலையிருப்பின் 90% நாற்றுகள் அழுகிவிடுகின்றன. இந்நோய் சீனா, இந்தோனேஷியா, இந்தியா, ஆப்பிரிக்கா, மையத் தரைக்கடல் பகுதி, அமெரிக்கா போன்றவற்றில் காணப்படுகிறது.

விதைகள் முளைத்துத் தரைக்கு மேல் வெளிவரும் முன்பே பாதிக்கப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் விதையுறையிலிருந்து விதையிலைகள் வெளிவரு முன்பாகவே அழிக்கப்படுகின்றன. விதையிலிருந்து முளைவேர், விதையிலை ஆகியவை அவை வெளியே வரும்

முன்பாகவே அழுகிவிடுகின்றன. இந்நிலை மண்ணிற்கு உள்ளேயே நிகழ்வதால் அறிகுறிகளை வெளிப்படையாகக் காண முடிவதில்லை.

விதை முளைத்து வெளிவந்த பின் தோன்றும் நோய் அறிகுறி எளிதில் புலப்படும். நாற்றுகளின் அடிப்பகுதியில் தரைக்கு மேலோ தரைக்குள்ளேயோ மென்மையான நீர் கசிந்த தோற்றத்தில் இந்நோய் தொற்றுகிறது. நோய் பரவும்போது தண்டின் அடிப்பகுதி சிறுத்துவிடுவதால் நாற்றுகள் உறுதியிழந்து ஒடிந்து தரையின் மேல் விழுந்து கிடக்கின்றன. நாற்று நீட்ட பின்பும் வயலில் இளஞ்செடியழகல் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் மண்ணின் மூலமும் விதைகள் மூலமும் பரவுகிறது. நீர் தேங்கியிருக்குமிடத்திலும் காற்றின் ஈரப்பதை மிகுந்திருக்கும் காலநிலையிலும், குறை வெப்பநிலையிலும், நாற்றுகள் நெருக்கமாக உள்ள நாற்றங்காலிலும் இந்நோய் மிகுந்து காணப்படுகிறது. காற்றோட்டமில்லாத மண் அமைப்பிலும் நீர் தேங்கியிருக்கும் மண்ணிலும் இந்நோய் விரைந்து பரவும். இந்நிலை களிமண் பாங்கான நிலத்தில் பொதுவாகக் காணப்படும். மண்ணின் வெப்பநிலை 24 - 29.4°C இருந்தால் இந்நோய் தீவிரமாகும். நெருக்கமாக நாற்றுவிடுதல், நீர் தேங்கி நிற்கும் இடங்களிலும், அழுகிய தாவரப் பகுதிகள் தங்கியிருக்கும் நிலத்திலும் நாற்றுப் பாவுதல் இந்நோய் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பளிக்கும்.

மேடைப் பாத்திகளை அமைத்து நாற்றுப் பாவுதல் சிறந்தது. விதைப்பதற்கு 2 நாள்களுக்கு முன்பு நாற்றங்காலில் மண் மீது பாதுகாப்புக்காக 0.25% தாமிர ஆக்சிசுளோரைடு கரைசலைத் தெளிக்கவேண்டும். விதைக்குமுன் விதை களுடன் திராம், கேப்டான் ஆகியவற்றில் ஒன்றைக் கி.கிராமுக்கு 2 கிராம் வீதம் கலந்து விதைக்க வேண்டும். நாற்றங்காலில் 10 - 15 செ.மீ. உயரமும், 1 மீ. அகலமும் உடைய மேடைப் பாத்திகளை வடிகால் வசதியுடன் சூரியஒளி படும் இடங்களில் அமைக்க வேண்டும். நாற்றங்காலில் நோய் தாக்காமல் பாதுகாக்க விதைத்த 15 அல்லது 20 ஆம் நாள்களில் 0.25% அடர்வில் தாமிர ஆக்சிசு குளோரைடு கரைசல் அல்லது 0.4% போர்டோக் கலவையைப் பூவாளி மூலமாகவோ தெளிப்பான் மூலமாகவோ இடலாம். 50 ச.மீ. பரப்பளவிற்குப் பூவாளியைப் பயன்படுத்தினால் 12.5 லி. கரைசல் தேவைப்படுகிறது. முளைத்த ஒரு வாரத்தில் ஒரு முறை வானிலையைப் பொறுத்துப் பின்பு வாரம் ஒரு முறை வீதம் 3 - 6 முறையும் பூசணக்கொல்லியைத் தெளிக்க வேண்டும். மருந்துத் தெளிப்பதற்கான இடைவெளியை மழைக்காலங்களில் 3 நாள்களாகக் குறைத்துக் கொள்ள



வேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் மழை பெய்தவுடன் மருந்துத் தெளிக்க வேண்டும்.

**கருந்தாரமுகல் நோய்.** இது ஃபைட்டோஃதோரா பேரக்டிகா வகை நிக்கோட்டியானே (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இந்நோய் முதன் முதலில் 1893ஆம் ஆண்டில் ஜாவாவில் தோன்றியது. அமெரிக்கா, கனடா, உகாண்டா, மேற்கு ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா போன்ற நாடுகளில் இந்நோய் காணப்படுகிறது.

இந்நோய் நாற்றங்காலிலும் நட்டபின் வளர்ந்த செடிகளிலும் காணப்படுகிறது. இந்நோய்க்குக் காரணமான பூசணம் தரைமட்டத்திலுள்ள தண்டுப் பகுதியை முதலில் பாதிக்கிறது. குளிர் காலத்தில் தண்டு அழுகியும் வறட்சியின் போது செடி பழுப்பு நிறமாகிப் பின் காய்ந்தும் விடும். பூசணம் தண்டிலிருந்து நாற்றின் மேற்பகுதியிலும், கீழ்ப் பகுதியிலும் பரவி அழுகிவிடும். நோயுற்ற நாற்றுகளை நடவுக்குப் பயன்படுத்துவதால் நட்ட பின்பும் செடிகளில் இந்நோய் பரவுகிறது. நோயுற்ற செடியின் அடிப் பகுதியிலுள்ள முதிர்ந்த இலைகள் மஞ்சளாகி சுருங்கித் தண்டிலிருந்து தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். தண்டின் அடிப்பகுதியில் தரைமட்டத்தில் கறுப்புநிறப் பகுதிகள் தோன்றும். இவை தண்டின் மேற்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி வேர் வரையில் பரவுகின்றன. இதனால் நாளடைவில் வேர் முழுதும் அழுகிவிடும். இந்நோய் இளம் பருவத்திலேயே தோன்றினால் தரை மட்டத்திலிருந்து தண்டின் முழுப்பகுதியும் அழுகியிருக்கும். மழைக் காலத்தில் இந்நோய் இலைகளுக்கும் பரவிப் பழுப்பு நிறமான வட்ட வடிவப் புள்ளிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. நாளடைவில் இப்புள்ளிகள் பெரியவையாகி இலை முழுவதும் கருகிவிடும். இவ்வாறு காய்ந்த இலைகள் தரம் குறைந்து காணப்படும். நோயுற்ற தண்டுப் பகுதியை நீளவாக்கில் பிளந்து பார்த்தால் வெற்றுப் பகுதியாகவும் காய்ந்து சுருங்கி வட்டமான தட்டுகளாகவும் காணப்படும்.

நோயுற்ற வயலின் வழியாகச் செல்லும் நீர் மூலம் பிற நிலங்களுக்கும் செல்வதால் இந்நோய் எளிதில் பரவுகிறது. கருவி, கால்நடை, விவசாயிகள் மூலமாக இந்நோய் ஓரிடத்திலிருந்து பிற இடங்களுக்குப் பரவுகிறது. நோயால் தாக்கப்பட்ட செடிகளை எருக்குழிகளில் போட்டு மக்கச் செய்து எருவாகத் திரும்ப பயன்படுத்தும்போது அவற்றில் அழியாமல் தங்கியிருக்கும் இந்நோய்க் காரணி அந்நிலத்தில் பயிரிடப் படும் புகையிலைப் பயிரில் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. மண்ணில் கலந்துள்ள வேர் முடிச்ச நூற்புழு மூலமாகவும் அ.க.15-39

புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும் 609

இந்நோய் பரவுகிறது. புகையிலை நாற்றுகளை நடும்போது, மண்ணில் இப்பூசணமும் நூற்புழுவும் கலந்திருப்பின் இந்நோய் பெருமளவில் செடிகளில் காணப்படுகிறது. வேரில் ஏற்படும் வெட்டு, மிகையான வேதி உரங்களைப் பயன்படுத்துதல் ஆகியவை இந்நோய் விரைந்து பரவுவதற்கு வாய்ப்பளிக்கின்றன.

நோய் தோன்றாத நிலத்தில் வடிகால் வசதியுடன் நாற்றங்கால்களை அமைத்து நாற்றுப் பாவ வேண்டும். பண்ணைக் கழிவுப் பொருள்களை நாற்றங்காலில் பரப்பி எரிப்பதால் பூசணம் ஓரளவு அழிக்கப்படுகிறது. நாற்றங்காலில் நாற்றுப் பாவுவதற்கு 2 நாள்கள் முன்பு 1% போர்டோக்கலவை மருந்தை ஊற்றுதல் இப்பூசணத்தைக் கட்டுப்படுத்தும், நாற்றுகளின் மீது தாமிர ஆக்சி குளோரைடை ஹெக்டேருக்கு 1250 கி.கி. வீதம் தெளிக்க வேண்டும். நோயுற்ற செடிகளை எருக்குழிகளில் போடுதல் கூடாது. நோய்த் தோன்றியவுடன் செடிகளைப் பிடுங்கி எரித்துவிட வேண்டும். நோயுற்ற நாற்றுகளை நடுவதற்குப் பயன்படுத்த கூடாது. நிலத்தில் நீர் தேங்கி நிற்காமல் வடிகால் வசதியைப் பெருக்குவதுடன் அடிக்கடி நீர்ப் பாய்ச்சுவதையும் தவிர்க்க வேண்டும். இந்நோய் தோன்றினால் பிற பயிர்களை 3 அல்லது 4 ஆண்டு வரை பயிரிட்ட பின்பே மீண்டும் அந்த நிலத்தில் புகையிலையைப் பயிரிட வேண்டும். இந்நோயின் அறிகுறி தோன்றியவுடன் செடிகளில் தாமிர ஆக்சி குளோரைடு மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 1250 கிராம் வீதம் தண்டுப் பகுதியும் தூர்ப் பகுதியும் நன்கு நனையுமாறு தெளிக்க வேண்டும்.

**சாம்பல் நோய்.** இது எர்சிஃபே சிக்கோசியாரம் (*Erysiphe cichoracearum*) என்னும் பூசணத்தால் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் ஐப்பான், மடகாஸ்கர், உகாண்டா, இந்தியா போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

முதலில் இலைகளில் ஏறத்தாழ 0.5 செ.மீ. குறுக்களவில் சாம்பல் நிறப் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. இப்புள்ளிகள் பெரியவையாகி ஒன்றோடொன்று இலையின் பெரும் பகுதிக்குப் பரவுகின்றன. முதலில் செடியின் அடியிலுள்ள முதிர்ந்த இலைகளில் தோன்றிய இந்நோய் நாளடைவில் மேற்பகுதி இலைகளுக்கும் பரவுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் வெளுத்துப் பழுப்பு நிறமடைந்து காய்ந்து விடுகின்றன. இதனால் நோயுற்ற இலைகளின் தரம் குறைந்துவிடுகிறது. இந்நோய் காற்றின் மூலம் பரவுகிறது. இந்நோய் பரவுவதற்கு 16 - 23.6°C வெப்ப நிலையும் 60 - 75% காற்றின் ஈரப்பசையும் மிகவும் ஏற்றவை.

நோயால் பாதிக்கப்பட்ட இலைகளைக் களைந்து அழித்திட வேண்டும். நோயின் அறிகுறி தோன்றியவுடன் செடியின் அடியிலுள்ள முதிர்ந்த இலைகளைக் களைந்துவிட்டு ஹெக்டேருக்கு 100 கி.கி. வீதம் கந்தகத்தூளை தூரின் இலைகளின் மீது படாதவாறு அடி மண்ணின் மேல் தரவ வேண்டும். கந்தகத் தூள் இலைகளின் மீது பட்டால் இலைகள் காய்ந்துவிடும். தாயோனிட் அல்லது காரத்தேன் ஹெக்டேருக்கு 1000 கிராம் வீதம் இலைகளின் மீது தெளித்தும் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**தவளைக்கண் இலைப்புள்ளி.** இந்நோய் செர்கோஸ்போரா நிக்கோட்டியானே (*Cercospora nicotianae*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இந்நோய் ஜெர்மனி, இத்தாலி, பிரேசில், இந்தியா போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

**அறிகுறிகள்.** புள்ளிகள் குறிப்பாகச் செடியின் அடியிலுள்ள இலைகளில் தோன்றுகின்றன. இப்புள்ளிகளின் நடுப்பகுதி சாம்பல் நிறமாகவும் ஓரப்பகுதி பழுப்பு அல்லது கருமை நிறமாகவும் காணப்படும். புள்ளிகள் பொதுவாக வட்ட வடிவத்திலும் சில நேரங்களில் ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடன் 5-10 மி.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டு காணப்படும். புள்ளிகளைச் சுற்றிலும் தொடக்கத்தில் மஞ்சள் வளையம் சூழ்ந்திருக்கும். இலைகளில் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட புள்ளிகள் தோன்றலாம். இலையின் நுனியிலும் ஓரத்திலும் உள்ள புள்ளிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஓரம் கருகி இலைகள் நாளடைவில் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. புகையிலையின் விளைச்சலும் தரமும் இந்நோயால் குறைகின்றன. இந்நோய் காற்றின் மூலம் பரவும். மழைக்காலத்தில் இந்நோய் மிகுந்திருக்கும். மண்ணிலுள்ள நோய்க்கண்ட செடியின் பகுதிகளிலிருந்து பரவும் பூசணம் நாற்றுகளைத் தாக்கிய பின்பு நாற்றுகளிலிருந்து நட்பு பயிருக்குப் பரவும். நெருக்கமாக நடுத்தலும், அடிக்கடி நீர் பாய்ச்சுதலும் இந்நோய் விரைந்து பரவுவதற்கு வழி வகுக்கின்றன. நோயால் பாதிக்கப்படாத நாற்றுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். தாமிரப் பூசண கொல்லியை ஹெக்டேருக்கு 1250 கிராம் வீதம் நாற்றங்காலிலும் நட்பு வயலிலும் தெளித்து இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம் அல்லது கார்பெண்டாசிம் 250 கிராம் வீதம் தெளித்தும் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**பழுப்பு புள்ளி.** இதை ஆல்டர்நேரியா ஆல்டர்நேட்டா (*Alternaria alternata*) என்னும் பூசணம் தோற்றுவிக்கிறது. இதற்கு ஆல்டர்நேரியா லாஞ்சிபெஸ் (*Alternaria longipes*) என்றும் பெயருண்டு. இந்நோய் இந்தியா, உகாண்டா போன்ற

நாடுகளில் காணப்படுகிறது. இந்நோய் முதன் முதலில் 1892ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவிலுள்ள வடக்கு கரோலினா மாநிலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

புள்ளிகள் தொடக்கத்தில் செடியின் அடிப்பகுதியிலுள்ள இலைகளில் தோன்றி நாளடைவில் மேற்பகுதி இலைகளுக்கும், இலைக்காம்பு, தண்டு ஆகியவற்றிற்கும் பரவுகின்றன. தொடக்கத்தில் இலைகளில் இளம் பழுப்பு நிறத்தில் சிறுசிறு வட்ட வடிவப் புள்ளிகளாகத் தோன்றுகின்றன. இப்புள்ளிகள் பெரிதாகும்போது புள்ளிகளின் நடுப்பகுதி காய்ந்து பழுப்பு நிறத்தில் தோன்றுகிறது. ஏற்ற காலநிலையில் புள்ளிகள் பெரியவையாகி 2.5 செ.மீ. குறுக்களவை அடைகின்றன. புள்ளிகளில் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக வளையங்கள் தென்படும். மழைக்காலங்களில் புள்ளிகளைச் சுற்றிலும் மஞ்சள் நிற வளையம் காணப்படும் இந்நோய் காற்றின் மூலம் பரவும் இயல்புடையது. காற்றில் கூடுதலான ஈரப்பதையும் 25 - 30°C வெப்பநிலையும் இந்நோய் பரவுவதற்கு ஏற்றவை. வெப்பநிலை 25°C அல்லது அதற்குக் குறைவாக இருப்பின் இந்நோய் பரவுவதில்லை. நிலத்தில் விழுந்து கிடக்கும் நோயால் தாக்கப்பட்ட இலை, தண்டு போன்றவற்றில் இப்பூசணம் அழியாமல் தங்கியிருந்து அடுத்துப் பயிரிடும் புகையிலைக்குப் பரவுகிறது. நோயால் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் பகுதிகளை நிலத்தில் தேங்கியிருக்காது அழித்துவிட வேண்டும். இந்நோய் தோன்றிய நிலத்தில் தொடர்ந்து புகையிலை பயிரிடுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். இந்நோய்க் கட்டுப்பாட்டிற்குச் சினப் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 100 கிராம் வீதம் இலைகளின் மீது படுமாறு நன்கு தெளிக்க வேண்டும்.

**கோணப்புள்ளி.** இதற்கு சூடோமோனாஸ் ஆங்குலேட்டா (*Pseudomonas angulata*) என்னும் பாக்டீரியா காரணமாகிறது. இந்நோய் அமெரிக்காவிலும், ஆப்பிரிக்காவிலும் பேரிழப்பை ஏற்படுத்துகிறது. பஸ்கேரியா, ஜெர்மனி, இந்தோனேஷியா போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

நாற்றுப் பருவம் முதலான செடியின் அனைத்துப் பருவத்திலும் இலைகளில் இந்நோய் காணப்படும். நாற்றுகளில் கருமை அல்லது கரும்பழுப்பு நிறத்தில் ஓரிரு புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. அவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட இலைகளை ஒளியில் பார்த்தால் புள்ளிகளைச் சுற்றிலும் மஞ்சள் நிற வளையம் காணப்படும். வளர்ந்த செடிகளில் இப்புள்ளிகள் பெரியவையாகக் காணப்படும். இப்புள்ளிகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து இலையின் பெரும்பாலான பகுதியைப் பாதிக்கின்றன. நட்பு பின் புள்ளிகள் பெரியவையாகவும் பெரும்



எண்ணிக்கையிலும் இலை நரம்புகளுக்கிடையில் கோண வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. நிலத்தில் புதைந்துள்ள நோயால் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் பகுதிகளிலிருந்து இந்நோய்க் காரணி பரவுவதற்கு வாய்ப்புண்டு. மழையின்போது நோய்கண்ட செடியில் விழுந்து சிதறும் துளிகளால் அடுத்த செடிகளுக்கு இந்நோய் பரவுகிறது. இந்நோய் விதைகளின் மூலம் பரவுகிறது. நோய் தாக்காத செடிகளிலிருந்து எடுத்த விதைகளை விதைப்பதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். விதைகளை 0.1% அடர் வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலில் 10 - 15 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி வைத்திருந்து நீரில் கழுவி, நிழலில் உலர வைத்துப் பின்பு நாற்று பாவப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்நோய் தோன்றிய அதே நிலத்தில் தொடர்ந்து புகையிலை பயிரிடுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். நோயால் பாதிக்கப்பட்ட நாற்றுகளை நடுவதற்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது. அக்ரிமைசின் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 100 கிராம் வீதம் பயிரில் தெளித்து இந்நோயைத் தடுக்கலாம்.

**காட்டுத் தீ நோய்.** இதற்கு *சூடோமோனாஸ் டபாக்கம்* (*Pseudomonas tabacum*) என்னும் பாக்டீரியா காரணமாயுள்ளது. இந்நோயால் 60 - 70% இழப்பு ஏற்படுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இந்நோய் முதன் முதலில் 1921ஆம் ஆண்டில் தென்னாப்பிரிக்காவில் தோன்றியதாகக் கண்டறியப்பட்டது. பெல்ஜியம், அர்ஜன்டைனா, இந்தியா போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

இந்நோய் பொதுவாக நாற்றில் தோன்றுகிறது. தொடக்கத்தில் சிறிய வட்டவடிவமான இளம்பசுமை நிறம் கலந்த மஞ்சள் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. நாளடைவில் புள்ளிகளின் நடுப்பகுதி காய்ந்து செம்பழுப்பு நிறமடை கின்றன. பின்பு இப்புள்ளிகள் பெரியவையாகி வெளுத்து இவற்றைச் சுற்றிலும் அகலமாக வெளிர் நிற வளையம் தோன்றுகிறது. சில நேரங்களில் இலையின் ஓரப் பகுதிகள் தாக்கப்பட்டு வளையத்தைக் கொண்ட பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. இளம் நாற்றுகளில் இந்நோய் தோன்றினால் நாற்று முழுதும் பாதிக்கப்பட்டு நாற்றமுகல் நோயால் பாதிக்கப்பட்டது போன்ற காட்சியைத் தரும். வளர்ந்த பயிரில் தோன்றும் புள்ளிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து இலையின் பெரும்பகுதி காய்ந்துவிடும். இந்நோய் பரவுவதற்கு ஏற்ற நிலையில் அடிப்பகுதியிலுள்ள இலைகளில் தோன்றும் இவ்வறிகுறிகள் மேற்பக்க இலைகளுக்கும் பரவிக் காய்களிலும் புள்ளிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மழையின்போது நோய் கண்ட இலைகளில் விழுந்து தெறிக்கும் மழைத் துளிகளின் மூலம் அடுத்துள்ள அ.க.15-39அ

செடிகளுக்கும் இந்நோய் பரவுகிறது. நோய் விதையின் மூலமும் பரவும் தன்மையுடையது. விவசாயி, கருவி, நிலத்தில் விழுந்து கிடக்கும் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் பகுதி ஆகியவற்றாலும் இந்நோய் பரவுகிறது. இந்நோய் களைச் செடிகளிலும் புற்களிலும் தோன்றும். மண்ணில் நீண்ட காலம் அழியாமலிருந்து அடுத்துப் பயிரிடும் பயிருக்குப் பரவும் தன்மையுடையது.

நோயால் பாதிக்கப்படாத செடிகளிலிருந்து எடுத்த விதைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். விதைகளை 1 கிராம் வெள்ளி நைட்ரேட் 1லி. நீர் என்னும் அளவில் கரைத்து அக்கரைசலில் 10 - 15 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி வைத்திருந்து நீரில் கழுவி நிழலில் உலர வைத்துப் பின்பு விதைகளை நாற்றுப் பாவப் பயன்படுத்த வேண்டும். நாற்றுப் பாவவதற்கு முன்பு பாத்திகளை 1% போர்டோக் கலவையால் நனைக்க வேண்டும். இதனால் மண்ணில் தங்கியிருக்கும் பாக்டீரியா அழிக்கப்படும். பயிரில் அக்ரிமைசின் ஹெக்டேருக்கு 100 கிராம் வீதம் தெளித்து நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**தேமல்.** புகையிலைத் தேமல் நச்சுயிரியே (Tobacco mosaic virus) தேமல் நோய்க்குக் காரணம் எனக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. புகையிலைத் தேமல் நோயை அறிந்த பின்னரே நச்சுயிரி, பயிரைத் தாக்கும் என முதன் முதலில் கண்டறியப்பட்டது. புகையிலைத் தேமல் நோயைப் பற்றி விரிவான அறிக்கையை 1௯86ஆம் ஆண்டில் அடால்ஃப் மேயர் என்னும் அறிவியலார் வெளியிட்டார். இந்நோய் அனைத்து நாடுகளிலும் தோன்றிப் புகையிலையில் பேரிழப்பை ஏற்படுத்துகிறது. தமிழகத்தில் புகையிலை பயிரிடும் பகுதிகள் யாவற்றிலும் இது காணப்படுகிறது. இலைகளில் ஆழ் பச்சை நிறமும் இளம் பச்சை நிறமும் கொண்ட பகுதிகள் தோன்றுவதால் தேமல் போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். இலைப்பகுதி சிறுத்துவிடும். இலைகள் அடிப்பகுதியை நோக்கிச் சுருண்டிருக்கும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் வளர்ச்சி குன்றிக் குட்டையாக இருக்கும். இலைப் பரப்பு சிறுத்தும் பெருத்தும் உள்ள ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்ட இலைகள் தோன்றும். இலையின் நடு நரம்பிலிருந்து இரு புறத்திலும் ஒரு பகுதி சிறுத்தும் ஒரு பகுதி பெருத்தும் காணப்படும். சில இலைகளில் இலைப்பரப்பு முழுவதும் வளராமல் நரம்பு மட்டும் காணப்படும். இத்தோற்றம் எலியின் வால் போன்றிருக்கும்.

நோய்க்கண்ட செடியின் பகுதிகள் நிலத்தில் தங்கியிருப்பதால் அவற்றில் நச்சுயிரி தங்கியிருக்கும். இந்நச்சுயிரி, காய்ந்த செடியின் பகுதிகளிலும் 25 ஆண்டுகள் வரை தங்கியிருந்து நோயைப் பரப்பும் ஆற்றலுடையது.

பூச்சிகளின் வழியாகப் பெரும்பாலும் நோய் பரவுவது இல்லை. ஆயினும் பார்தாரா பிரேசிகே என்னும் வண்டுகளால் ஓரளவு பரவுவதாக அறிய முடிகிறது. இந்நச்சுயிரி காய்ந்த புகையிலை, சுருட்டு, சிகரெட் போன்றவற்றிலும் அழியாமல் இருந்து பிற இடங்களுக்குப் பரவுகிறது. கஸ்குட்டா கேம்பெஸ்டிரிஸ் போன்ற ஒட்டுண்ணிச் செடிகள் மூலமும், மூக்குத்திப் பூண்டு என்னும் களையின் மூலமும் இந்நோய் பெருகுகிறது.

அறுவடையானதும் நோய் கண்ட செடியின் பாகங்களை நிலத்தில் தங்கவிடாது அகற்றி எரித்து விடுதல் சிறந்தது. நோயுண்ட செடியைத் தொட்டபின் பிற செடிகளைப் தொடமலிருப்பதன் மூலமும், கைகளைச் சோப்பால் தூய்மை செய்து பின்னர் வேலை செய்வதன் மூலமும் நோய் பரவுவதைக் குறைக்கலாம். இந்நோய் தோன்றும் களைச் செடிகளை முற்றிலுமாக அழிக்க வேண்டும்.

**இலைச்சுருள் நோய்.** புகையிலை இலைச் சுருட்டை நச்சுயிரி (Tobacco leaf curl virus) இந்நோய்க்கு காரணமாகும். இந்நோயால் 10% இழப்பு ஏற்படுவதாகக் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. நோயால் பாதிக்கப்பட்ட செடி குட்டையாக இருக்கும். இலைப் பரப்புளவு பெருகாமல் சிறுத்து விடுவதுடன் சுருக்கமுற்றுக் காணப்படும். இலையின் ஒரு பகுதியோ முழுதுமோ சுருளாகியிருக்கும். இலைகள் தடித்து ஓடியும் தன்மையுடனும், இலைகளின் ஓரங்கள் கீழ்நோக்கிச் சுருண்டும் இருக்கும். இலை நரம்புகள் ஆழ்பச்சையாகவும் பெருத்தும் காணப்படலாம். இலை நரம்புகளின் அடிப் பகுதியில் வெளிவளர்ச்சியும் தோன்றலாம். பெயிசியா டபாசை என்னும் வெள்ளைப் பூச்சிகளால் இந்நோய் பரவுகிறது. தக்காளிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடிகளையும் இந்நோய் தாக்குகிறது. எனவே இச்செடிகள் மூலமாகவும் இந்நோய் பரவும். நோய் கண்ட புகையிலை நாற்றுகளை நடப் பயன்படுத்தாதிருத்தல், நட்டபின் நோய் தோன்றிய செடிகளைக் களைந்து எரித்துவிடல், நோய் தோன்றும் மாற்றுச் செடிகளை அருகில் வளர்க்காதிருத்தல், நோய் பரப்பும் வெள்ளை ஈக்களை பூச்சிகொல்லிகளைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தல் போன்றவற்றை கொள்ள வேண்டும்.

**புகையிலை ஒட்டுண்ணி.** இந்தப் பூக்கும் தாவர ஒட்டுண்ணிக்கு ஒரோபேங்கி சொனுவா (Orobanchaceae) என்று பெயர். புகையிலைக் காளானால் 5 - 85% விளைச்சல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இது இந்தியாவில் குஜராத், மகாராஷ்டிரம், தமிழ்நாடு, ஆந்திரப்பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களில் மிகுதியாகத் தோன்றுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட புகையிலைச் சுற்றி 1 - 20 புல்லுருவிச் செடிகளைக்

காணலாம். இதனால் புகையிலைச் செடியின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்பட்டு நலிவு ஏற்படுகிறது. புல்லுருவிச் செடியின் விதைகள் முளைத்துப் புகையிலைச் செடியின் வேருடன் தொடர்பு கொண்டு உறிஞ்சும் உறுப்புகளின் வழியாக உணவுப் பொருள்களை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. பொதுவாக இத்தாவர ஒட்டுண்ணி புகையிலை நட்ட 5 அல்லது 6 வாரங்களில் காணப்படும். கோடையில் பயிரிடப்படும் புகையிலைப் பயிர் இந்த ஒட்டுண்ணியால் சாதாரணமாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இறவைப் பயிரில் பொதுவாக ஜனவரி - பிப்ரவரி மாதங்களில் இது தோன்றுகிறது. விதைகள் நீண்ட காலம் மண்ணில் தங்கியிருந்து புகையிலைப் பயிர்களின் வேர்ப் பகுதியிலிருந்து வெளிவரும். கசிவுப் பொருள்களால் ஊக்குவிக்கப்பட்டு முளைக்கின்றன. விதைகள் காற்றின் மூலம் நீண்ட தொலைவுக்குப் பரவும் இயல்புடையவை.

மிளகாய், உளுந்து, பச்சைப்பயறு, சோளம், எள் ஆகிய பயிர்களைப் பயிர்ச் சுழற்சியில் கடைப்பிடித்துப் பயிரிட வேண்டும். மிளகாய் பயிரிடுவதால் இதன் விதைகள் ஊக்குவிக்கப்பட்டு எளிதில் முளைக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து விதைகள் தோன்றும் முன்பு அவற்றைக் கையால் களைந்து அழித்துவிடுதல் வேண்டும். இவ்வாறு மீண்டும் மீண்டும் முளைக்கும் போதெல்லாம் 3 அல்லது 4 ஆண்டுகள் வரை தொடர்ந்து அவற்றைப் பிடுங்கி அழித்து விடுவது இந்த ஒட்டுண்ணி தோன்றுவதை அறவே தடுக்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புகையூட்டம்

சேமிப்புத் தானியங்களைத் தாக்கும் பூச்சி, மண்ணிலுள்ள பூசணம், நாற்பழு, எலி போன்றவற்றை நச்சுப் புகை அல்லது வளிமத்தைச் செலுத்தி ஒழிக்கும் முறை புகையூட்டம் (fumigation) எனப்படுகிறது.

தானியச் சேமிப்புக் கிடங்கு, நாற்றங்கால் நிலம், வணிகப் பயிர் நிலம், எலிவளை ஆகிய இடங்களில் புகையூட்டம் செய்யப்படுகிறது. ஏனைய முறைகளைவிடச் சேமிப்புத் தானியப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் புகையூட்டம் சிறந்ததும், எளிய முறையும் ஆகும். பாடம் செய்யப்பட்ட தாவர, விலங்கினங்களைச் சேமித்து வைக்கும் இடங்களிலும் இம்முறை பின்பற்றப்படுகிறது.

ஒரு சிறந்த நச்சுப் புகை மருந்து என்பது அதன் விலை, அது கேடுதரும் உயிரினங்களை அழிக்கும் திறன்,



மனிதர்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும், விதை, செடிகளுக்கும் விளைவிக்கும் கேடு, சுவரில் பூசப்பட்டுள்ள பூச்சுகளுக்கு ஏற்படுத்தும் விளைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே உள்ளது. தானியச் சேமிப்புக் கிடங்குகளில் புகையூட்டம் செய்யும் முன் அங்குள்ள கதவு, சன்னல்களை மூடிவிட்டுச் சிறுசிறு துளைகளையும் சாணம் அல்லது களிமண்ணால் மூடி, அறையின் உள்ளே காற்றுப் புகா வண்ணம் செய்தல் வேண்டும். புகையூட்டம் செய்பவர் தம் உடல், தலைப் பகுதிகளை உரிய பாதுகாப்புக் கருவிகளாகக் கவசமிட்டு வல்லுநர்களின் மேற்பார்வையில் செய்தல் வேண்டும். காற்றின் ஒப்பு ஈரப்பதம் (relative humidity) மிகுந்த காலத்திலும் புயல் வீசும் போதும் புகை மருந்திடக்கூடாது. விதை ஈரம் 14% மிகுந்துள்ள தானியங்கள் விதைகளுக்குப் புகையூட்டம் செய்தால் முளைப்புத் திறன் குறையும். கிடங்கின் கொள்ளளவைப் பொறுத்துப் புகை மருந்து தேவைப்படும் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது. காற்றுப் புகாமல் மூடிய பகுதிகளில் புகையூட்டம் செய்யக் குறைந்த கொதி நிலையுள்ள புகை மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. புகையூட்டத்தால் பூச்சிகளும் ஏனைய உயிரினங்களும் மூச்சுத் திணறி இறக்கின்றன.

நச்சு வளிமங்கள் சுவாச உறுப்புகள் வழியாகச் சென்று செல்களில் ஏற்படும் சுவாசத்தைத் தடை செய்தும் நொதிகளைச் செயல்படாமல் தடுத்தும் மரணத்தை உண்டாக்குகின்றன. இம்முறையில் சேமிப்புத் தானியங்களைத் தாக்கும் வண்டு, கூன் வண்டு, அந்துப் பூச்சி முதலியன அழிக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பூச்சிகளுள் அரிசிச் கூன்வண்டு, சிவப்பு மாவு வண்டு, பயறு வண்டு, கோதுமை வண்டு, நெல் அந்துப்பூச்சி, அரிசிப்புழு முதலியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

சேமிப்புக்கிடங்குகளில் மெத்தில் புரோமைடு, எத்திலீன் டைபுரோமைடு (EDB), பாஸ்பீன், EDCT, ஹைட்ரஜன் சயனைடு முதலிய புகை மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. மெத்தில் புரோமைடு அல்லது புரோமா மெத்தேன் விலை குறைவான சிறந்த வளிம நச்சுப் பூச்சி கொல்லியாகும். அறை வெப்ப நிலையில் வளிமமாக இருக்கும் இது அழுத்தத்தில் அடைத்து நீர்மமாக விற்கப்படுகிறது. 100 க.மீ. அறைக்கு 3.5 கி.கி. மருந்தை 10 - 12 மணிநேரம் புகையூட்டம் செய்ய வேண்டும்.

எத்திலீன் டை புரோமைடு (EDB) வில்லை வடிவில் மினிஃபியூம் என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது. ஒரு குவிண்டால் தானியத்திற்கு ஒரு வில்லை வீதம் 6 நாட்களுக்குப் புகையூட்டம் செய்ய வேண்டும். இம்மருந்து

வண்ணப் பூச்சுக்கும் அலுமினியப் பொருளுக்கும் கேடு விளைவிக்கும்.

ஃபாஸ்பீன் என்னும் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பைடு 3 கிராம் மாத்திரைகளாக 55% அலுமினிய பாஸ்பைடை உண்டாக்கி பாஸ்டாக்சின், செல்ஃபாஸ் என்னும் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது. ஒவ்வொரு 3 கிராம் மாத்திரையிலிருந்தும் ஒரு கிராம் பாஸ்பீன் நச்சு வெளியாகும். ஒரு மெட்ரிக் டன் தானியத்திற்கு 1 அல்லது 2 மாத்திரைகள் வீதம் 5 நாட்களுக்குப் புகையூட்டம் செய்யப்படுகிறது. தென்னைச் சிவப்புக் கூன் வண்டுக் கட்டுப்பாட்டிற்கு மரத்தில் துளையிட்டு ஒரு மாத்திரை வீதம் இடலாம்.

EDCT என்பது எத்திலின் டைகுளோரைடு, கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு (carbon tetrachloride) ஆகியவை 3:1 என்னும் விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டிருக்கும் புகை மருந்தாகும். இதை 24°C வெப்பநிலையில் 28 க.மீட்டருக்கு 5 - 8 கி.கி. வீதம் 24 மணிநேரம் வைத்திருந்து சேமிப்புத் தானியப் பூச்சிகளை அழிக்கலாம்.

ஹைட்ரஜன் சயனைடு அல்லது ஹைட்ரோ சயனிக் அமிலம் என்பது சயனோகேஸ் என்னும் வணிகப் பெயரில் விற்பனையாகிறது. இது எலிகளை வளைகளில் கொல்ல உதவுகிறது. இதில் 40 - 50% கால்சியம் சயனைடு உள்ளது. இம்மருந்திலிருந்து ஹைட்ரஜன் சயனைடு நச்சு வளிமம் வெளிப்பட்டு எலி வளையினுள்ளே இருக்கும் எலிகளைக் கொல்லும். திராட்சைப் பழங்களைச் சேமிக்கும்போது உண்டாகும் போட்டரைட்டிஸ் பூசண அழுகலைக் கட்டுப்படுத்த சல்ஃபர் டை ஆக்சைடு பயன்படுகிறது.

மண்ணில் உயிர் வாழ்ந்து நோய்களை உண்டாக்கும் பூசணங்களையும் நூற்பழுக்களையும் அழிப்பதற்கு மண்ணில் புகையூட்டம் செய்யப்படுகிறது. இதனால் சில வகைக் களை விதைகளும் அழிக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான மண்ணில் புகையூட்டம் செய்யும் மருந்துகளை, விதைப்பதற்கோ நடுவதற்கோ 2 அல்லது 4 வாரங்களுக்கு முன்பு பயன்படுத்த வேண்டும். மண்ணில் நச்சுப் புகையூட்டம் செய்வதற்கு உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள புகை மருந்துகள் பயனாகின்றன. நிலத்தில் இட வேண்டிய மட்குப் பொருள் தொழு எரு முதலியவற்றைப் புகையூட்டத்திற்கு முன்பே இட வேண்டும். நிலத்தை உழுது, கட்டிகளை உடைத்துப் பண்படுத்தியபின் போதிய ஈரம் இருக்கும்போது புகை மருந்திடுதல் வேண்டும். இதனால் மருந்தின் நச்சுத் தன்மை நிலைத்திருக்கும். புகையூட்டம் செய்யும்போதோ அதற்குப் பின் சிறிது காலம்

வரையிலோ அம்மோனிய வகை உரங்களை இடக்கூடாது. மருந்துகளை மண்ணின் உள் செலுத்தும் கருவிகள் மூலம் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் இட வேண்டும்.

மண்ணில் செலுத்தப்படும் நீர்ம மருந்துகள் பூசணக் கொல்லியாகவும் நூற்புழுக் கொல்லியாகவும் செயல்படுகின்றன. சில மருந்துகள் மண்வாழ் பூச்சிகளையும் கொல்கின்றன. மண்ணில் புகையூட்டம் செய்வதற்கு D.D கலவை டைபுரோமோ குளோரோ புரோப்பேன், EDB, குளோரோபிக்ரின், மெத்தில் சோடியம், ஃபார்மால்டைஹைடு முதலியவை பயன்படுகின்றன.

D.D கலவை என்பது 1, 2 டைகுளோரோ புரோப்பேனும் 1, 3 டைகுளோரோ புரோபீனும் கலந்ததாகும். இம்மருந்து நூற்புழுக்களைத் தவிர மண் வாழ் பூச்சிகளையும் அழிக்கும். இது நிலத்தில் 25 - 30 செ.மீ. இடைவெளியில் 15 - 20 செ.மீ. ஆழத்தில் மண்ணினுள் செலுத்தும் கருவி மூலமாக இடப்படுகிறது. மண்ணில் மருந்தை உட்புகுத்தும் கருவியைக் கொண்டு D.D கலவை, டைபுரோமோ குளோரோபுரோபேன் போன்ற மருந்துகளை மண்ணுள் செலுத்தலாம். கையினால் இயக்கப்படும் இக்கருவியின் கொள்கலன் 1 கி.கி. ஆகும். இக்கருவியில் வெளியிடும் முனை கூராகவும் ஒரு துளையைக் கொண்டும் இருக்கும். கருவியின் அடி நுனியிலுள்ள துளையைச் சிறிதாக்கியோ பெரிதாக்கியோ மருந்து ஒவ்வொரு முறையும் வெளிவரும் அளவைக் குறைக்கலாம் அல்லது கூட்டலாம். இக்கருவியின் மூலம் நாளொன்றுக்கு 0.5 ஹெக்டேரில் மருந்தை உட்புகுத்தலாம். சாதாரணமாக ஹெக்டேருக்கு 225 - 280 லி. மருந்து தேவைப்படும். கரிமப் பொருள்கள் மிகுந்த நிலத்திலும் களி நிரம்பிய நிலத்திலும் இடுவதற்கு கூடுதலாக மருந்து தேவைப்படும். D.D கலவையிட்ட நிலத்தில் விதைக்கப்பட்ட உருளைக் கிழங்கு, கேரட் கிழங்கு ஆகியன நிறம் மாறிக் கெட்டுவிடும்.

டைபுரோமோ குளோரோபுரோபேன் என்பது அடர் பழுப்பு நிற நீர்ம மருந்து. இம்மருந்து பலவகை நூற்புழுக்களையும் ஃபீபூசேரியம் பேரினப் பூசணங்களையும் அழிக்கும். இது நெமகான் என்னும் பெயரில் விற்பனையாகிறது. மண்ணின் வெப்பநிலை 20°C க்கு மிகுதியாக இருக்கும்போது இதைப் பயன்படுத்த வேண்டும். D.D கலவையைப் போல் இதனையும் மண்ணிற்குள், விதைப்பதற்கு அல்லது நடுவதற்கு முன் இடலாம். இம்மருந்தைப் பயிர் இருக்கும்போதும் பாசன

நீரில் கலந்து பயன்படுத்தலாம். இம்மருந்தால் எந்தத் தீங்கும் உண்டாவதில்லை. இம்முறையில் சாகுபடி செய்த பயிர், பயிரின் வயது ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஹெக்டேருக்க 10 - 60 லி. மருந்து மண்ணிலுள்ள நூற்புழுக்களைச் சிறப்பாகக் கட்டுப்படுத்தும். இது ஹெக்டேருக்கு 70 - 90 லி. தேவைப்படும். EDB என்னும் எத்திலீன் டைபுரோமைடு நீர்ம மருந்து மண்ணிலுள்ள நூற்புழுக்களைச் சிறப்பாகக் கட்டுப்படுத்தும். இது ஹெக்டேருக்கு 70 - 90 லி. தேவைப்படும்.

டிரைகுளோரா நைட்ரோமெதேன் என்பது கண்ணீர்ப் புகை மருந்து. இது பிக்ஃபியூம் குளோரோ பிக்ரின், அக்மோனைட் என்னும் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது. நூற்புழு, களைவிதை, இளஞ்செடியழுகல், இளஞ்செடிகருகல் ஆகிய நோய்ப் பூசணங்களை இது கொல்கிறது. ஹெக்டேருக்கு 400 லி. மருந்து தேவைப்படும். இம்மருந்திட்ட உடனே நிலத்தின் மீது 2.5 செ.மீ. உயரத்திற்கு நீரைப் பாய்ச்சியோ பாலீத்தின் அட்டையினால் மூடியோ 24 மணி நேரத்திற்கு வைத்திருக்க வேண்டும். இப்புகை மருந்தினால் கண்ணீர் பெருகிக் கண் கெடும்.

மெதம் சோடியம் (metham sodium) என்பது வேப்பம் என்னும் பெயரில் நீர்ம மருந்தாக விற்பனையாகிறது. இதன் வேதிப் பெயர் சோடியம் N-1 மெத்தில் டைதயோகார்பமேட் ஆகும். இது நூற்புழு, பூசணம், களைவிதை, மண்வாழ்பூச்சி முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. 10 ச.மீ. பரப்பிற்கு 1 - 2.5 லி. மருந்தை நீரில் கலந்து பூவாளி அல்லது தெளிப்பான் மூலம் மண்ணில் இட்டுப் பாலீத்தின் அட்டையாலோ நீரைப் பாய்ச்சியோ 4 நாட்கள் வைத்திருக்க வேண்டும்.

ஃபார்மால்டைஹைடு நீர்மமாக விற்பனையாகிறது. இது இளஞ்செடிக் கருகல், இளஞ்செடியழுகல், களை விதை முதலியவற்றை அழிக்கும். இம்மருந்து நூற்புழுக்களை அழிப்பதில்லை. 10 ச.மீ. பரப்பிலுள்ள மண்ணைப் பாதுகாக்க 1% நீர்மமாகத் தயார் செய்து 4 லி. அளவில் பூவாளியால் மண்ணில் ஊற்றிச் சாக்கு அல்லது அட்டைத்தாளால் மூடி 24 மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். இம்மருந்திட்ட வயலில் கடுகுக் குடும்ப பயிர்களை வளர்க்கக்கூடாது.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்



## புகையூட்டி

வளிம நிலையில் செயல்படும் பூச்சிகொல்லி அல்லது சேர்மம் புகையூட்டி (fumigant) எனப்படும். இது நச்சுத்தன்மையைக் கூடுதலாக்கும். தீப்பிடித்து எரியும் தன்மையை மட்டுப்படுத்தும்; எச்சரிக்கை மணம் தரவல்லது. பொருளுக்கு ஏற்ப மாறுபட்ட வேகத்தில் உறிஞ்சப்படும் இயல்புடையது.

**வகை.** இது மூன்று நிலைகளிலும் காணப்படும். வளிம நிலைப் புகையூட்டிக்கு எடுத்துக்காட்டு மெத்தில் புரோமைடு, ஹைட்ரஜன் சயனைடு ஆகியன. இவை மிகை அழுத்தத்தில் வளிம நிலையில் உருளைகளில் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நீர்ம நிலைப் புகையூட்டிக்கு எடுத்துக்காட்டு 8:20 என்னும் விகிதத்தில் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடும் ( $CCl_4$ ) கார்பன் டைசல்பைடும் ( $CS_2$ ) கலக்கப்பட்ட கலவை. காற்றுப் பட்டவுடன் ஆவியாகும். திண்ம நிலைப் புகையூட்டிக்கு எடுத்துக்காட்டு அலுமினியம் பாஸ்பைடு (AIP), கால்சியம் சயனைடு ( $Ca(CN)_2$ ), நாஃப்தலீன் உருண்டை. ஈரக்காற்றுடன் இவை ஹைட்ரஜன் பாஸ்பைடு ( $H_3P$ ), ஹைட்ரஜன் சயனைடு வளிமங்களைத் தரும். ஹைட்ரஜன் சயனைடைத் தவிர மற்ற அனைத்துப் புகையூட்டிகளும் காற்றைவிடக் கனமானவை.

புகையூட்டி பல வகைப்படும். அவை: ஹாலோஜன் ஹைட்ரோகார்பன் (எ-டு:  $CCl_4$ ,  $C_2H_4Cl_2$ ,  $CHCl_3$ ,  $C_2H_2Cl_4$ ,  $CCl_3NO_2$ ,  $C_2Cl_6$ , p - டைகுளோரோ பென்சீன் ( $PDB - C_6H_4Cl_2$ ), கந்தகம் உடைய சேர்மம் ( $CS_2$ ,  $SO_2$ ), சயனைடு ( $HCN$ ,  $Ca(CN)_2$ ).

**பண்பு.** இது எளிதில் ஆவியாதல், நச்சுப் பரவுதல், உறிஞ்சப்படுதல் (absorption) ஆகிய பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இப்பண்புகள் இதன் செயல்பாட்டிற்கு ஊதாகவும் அமைகின்றன. கனமான புகையூட்டிக்குப் பரவல் வேகம் குறைவு. இது ஆழமாக ஊடுருவாது, உயர் வெப்பநிலையில் அனைத்து வளிமங்களும் விரைந்து பரவும். காற்றைவிட நிறை மிகுந்த வளிமங்கள் புவிஈர்ப்பு விசையால் பரவுகின்றன. தானியங்கள் போன்ற பொருள்கள் மீது இயற்பிய உட்கவர்தல் (physiosorption) அனைத்து வேதியிய உட்கவர்தல் (chemisorption) முறையில் ஓட்டிக் கொள்கின்றன. இவை ஓட்டிக் கொள்ளும் அளவு, வளிமத்தின் எடை, ஆவியாகும் பண்பு, வெப்பநிலை, ஈரத்தன்மை, தூசி, குப்பைக்கூளங்கள் போன்ற பல காரணிகளைப் பொறுத்தது.

**பயன்.** உணவுபொருள் உற்பத்தி செய்யும் ஆலை, பண்டக்கிடங்கு, தானிய உயர்த்தி (grain elevator), கப்பல் சரக்கு அறை, வீடு போன்றவற்றில் புகையூட்டி பயனாகிறது.

**தீமை.** இவ்வளிமங்கள் வலிவிழந்த நிலையில், அழிக்கப் பட்ட பூச்சிகள் மீண்டும் தோன்ற வாய்ப்புண்டு. விரும்பத்தகாத மண்மும் தோன்றலாம். சில புகையூட்டிகளுக்கு தீப்பிடித்து எரியும் பண்பு உண்டு; சில வெடிக்கும். சில நச்சுத்தன்மை உடைய எச்சப்பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில நீர்ம நிலைப் புகையூட்டிகள் கரிமக் கரைப்பான்களாக அமைகின்றன. சில உலோகங்களை அரிக்கும். அனைத்துப் புகையூட்டிகளுமே மனிதனுக்கு நச்சாகும். எனவே, கையாளப்படுதலில் தீங்கு விளையலாம். பயிற்சி பெற்ற தெளிக்கும் பணியாளர்களைக் கொண்டும், தீங்கற்ற கருவிகளைக் கையாண்டும் தீமைகளைத் தவிர்த்து இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

**செயல்பாடு.** புகையூட்டி மூலக்கூறுகள் பூச்சிகளின் சுவாசத்தில் அல்லது மேல்தோல் துளைகள் வழியே நுழைந்து நரம்புகளில் புரோட்டோபிளாசத்தில் நச்சாகின்றன. சில வகைப் பூச்சிகள் புகையூட்டியைக் கண்டவுடன் சுவாசக்குழாய்களை மூடிக்கொள்ளும். எனவே பயன்படுத்தப்படும் புகையூட்டியைப் பொறுத்தும், பூச்சிகளுக்கு ஏற்படும் நச்சுத்தன்மை அமையும்.

**இரா. விசுவநாதன்**

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, Vol - 2, Fifth Edition, McGraw-Hill Inc.Ltd., New York 1982; Encyclopedia of Chemical Technology, InterScience Encyclopedia, Vol - 7, New York, 1951; H.A.U.Monro, Manual of Fumigation for insect Control, Second Edition, 1969.

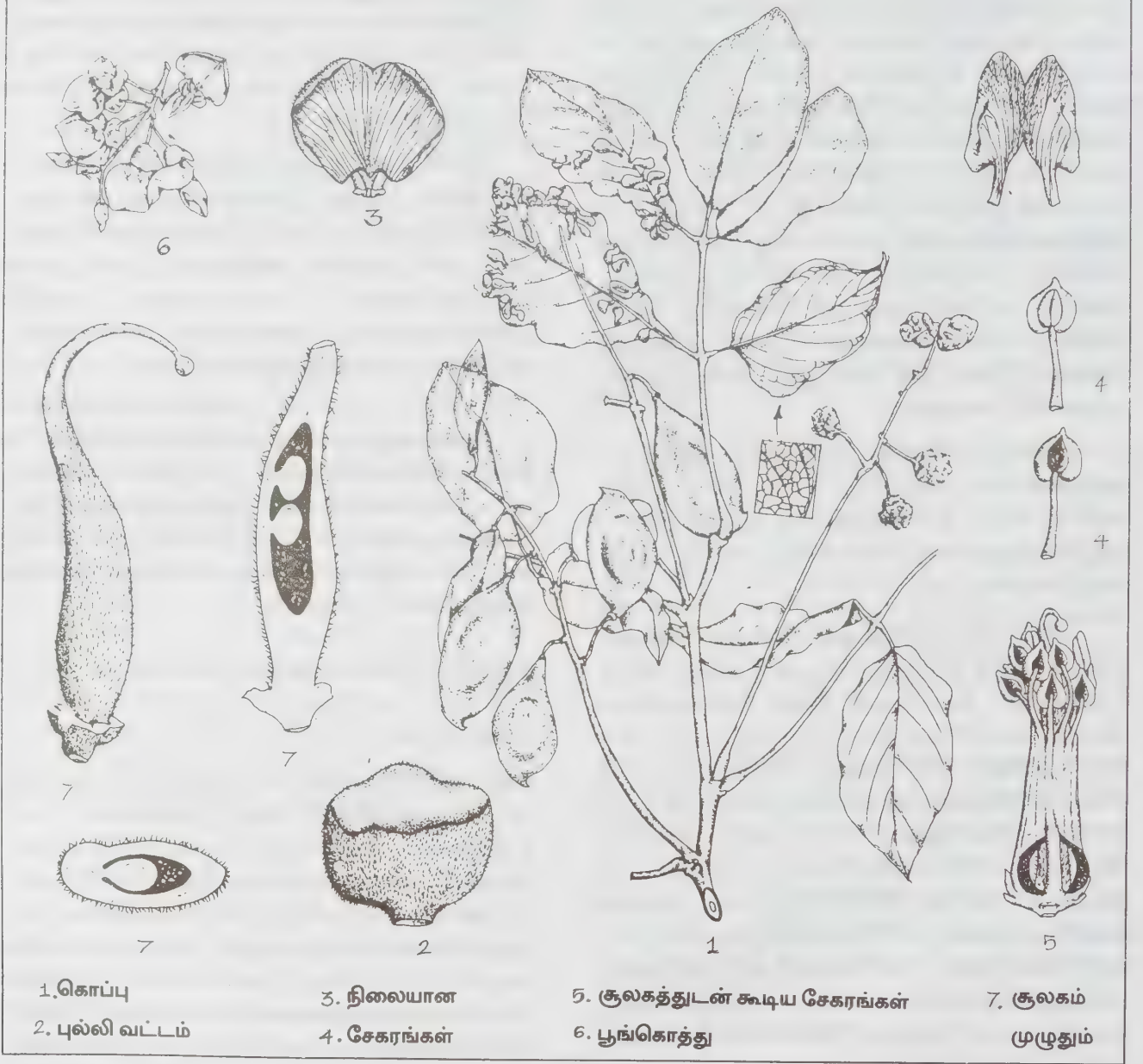
## புங்க மரம்

இதைப் புங்க மரம், புங்கம், புங்கு, பூந்தி, கரஞ்சகம், கரஞ்சம் என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரவியல் பெயர் பொங்கேமியா பின்னேட்டா (Pongamia pinnata) என்பதாகும். புங்கமரத்தை முன்பு பொங்கேமியா கிளாப்ரா (Pongamia glabra) என்று பெயரிட்டிருந்தனர். இது லெகுமினோசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இலையுதிர் மரமாகும். இம்மரத்தைப் புங்கம் எண்ணெய்க்காகவும் பயிர்ச்சத்துள்ள தழைக்காகவும் வளர்ப்பதுண்டு. இந்தியா தவிர இம்மரத்தை ஸ்ரீலங்கா, மியான்மர், மலேசியா, வடக்கு ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் காணலாம். தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி மாவட்டம் தவிர அனைத்து மாவட்டங்களிலும் வளர்கிறது. இதன் தாயகம் மேற்கிந்திய

மலைப்பகுதியாகும். வறட்சியையும் களரையும் தாங்கி வளரும் தன்மை கொண்ட புங்கமரம் ஓரளவு பனியையும் தாங்கும் இயல்புடையது. வெட்டிவிடத் தளிர்விட்டு விரைவில் தழை வளர்ச்சி தரும். இம்மரத்தின் நிழலில் புற்கள் வளருமளவிற்கு சற்றுக் குளிர்ச்சி தரும் தன்மை உண்டு.

இந்தியாவில் சாலையோரங்களில் நிழலுக்காகவும் எழிலுக்காகவும் இம்மரம் விரும்பி வளர்க்கப்படுகிறது.

ஆற்றங்கரையோரத்திலும் ஓடையோரத்திலும் தானாகவே வளர்ந்து காணப்படுகிறது. இம்மரத்தைச் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் 1 கி.மீ. உயர மலைப்பகுதிகளிலும் காணலாம். 4-7 ஆண்டுகளில் பயன்தரத் தொடங்கும். இம்மரம் 50 ஆண்டுகள் வரை வாழ்கிறது. எனினும் விரைக்காக 30 ஆண்டுகளிலேயே இம்மரம் வெட்டப்படுகிறது.



1. கொப்பு

2. புல்லி வட்டம்

3. நிலையான

4. சேகரங்கள்

5. சூலகத்துடன் கூடிய சேகரங்கள்

6. பூங்கொத்து

7. சூலகம்

முழுதும்



புங்க மரத்திலிருந்து வெவ்வேறான மாதங்களில் காய்கள் உற்பத்தியாகின்றன. ஆனால் நெற்றுக்ள் நவம்பர் - டிசம்பர் மற்றும் மே - ஜூன் மாதங்களில் மிகுதியான அளவில் அறுவடைக்கு வருகின்றன. மரம் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் 100 கி.கி. நெற்றுக்ள் கிடைக்கின்றன. ஒவ்வொரு மரத்திலிருந்தும் 25 கி.கி. புங்கம் பருப்பு எடுக்கலாம். முற்றிய காய்களையும் நெற்றுக்ளையும் மரத்திலிருந்து பறித்து வெயிலில் உலர்த்திக் கருவிகளால் அவற்றை உடைத்துப் பருப்பை எடுப்பது வழக்கம். பின்பு பருப்பை நன்றாக உலர்த்தித் தூளாக்கிச் செக்கிலிட்டு எண்ணெய் எடுக்கலாம்.

பெருமளவில் புங்கமரம் விதை மூலமாக இனப் பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. நாற்றங்காலில் விதை மூலம் உண்டாக்கப்பட்ட ஓராண்டு வயதுடைய கன்றுகளும் நடப்படுகின்றன. விதைகளை ஓராண்டிற்கு சிறந்த முளைப்புத் திறனுடன் வைத்திருக்கலாம். போத்துகளை வெட்டி நடடும் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். இதற்கு வேர்ப் பதியன்களும் பயன்படுகின்றன.

**வளரியல்பு.** புங்க மரத்தின் கிளைகள் பளபளப்பான தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும். இது நன்கு கிளைத்துத் தழைகளை உண்டாக்கும். இம்மரத்தில் பிப்ரவரி - மார்ச் மாதங்களில் தழை மிகுதியாக உற்பத்தி யாகிறது. மரப்பட்டை சாம்பல் கலந்த பச்சை அல்லது பழுப்பு நிறத்தில் வழுவழப்பாக இருக்கும். இலைகள் ஒற்றைப் படை ஒற்றகு கூட்டிலையாகும். சிற்றிலைகள் 3 - 5 இரட்டைகளாக உண்டாகியிருக்கும். தலைகீழ் முட்டை வடிவில் 3-5 இரட்டைகளாக உண்டாகியிருக்கும். இலை மெல்லியவாகத் தோல் போன்று மேல்பகுதியில் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். இலையடிப்பகுதி மழுங்கியோ - சட்டு வடிவாகவோ (cunlate) இருக்கும். இலையோரம் முழுமையானது. இலைக் காம்பு 4.5 செ.மீ. நீளமும், சிற்றிலைக்காம்பு (petiolule) 8 மி.மீ. நீளமும் இருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் நீள் சதுரமானவை. இலை 2 மி.மீ. அளவிற்கும், இலைக் கோணத்தில் உண்டாகும் மஞ்சரி 20 செ.மீ. அளவுள்ள கதிராகும். மஞ்சரிக் காம்பு 5 செ.மீ. நீளமும் பூக்காம்பு 1 செ.மீ. நீளமும் இருக்கும். ஒவ்வொரு பூவும் 1 செ.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டிருக்கும். பிப்ரவரி - ஜூனில் தோன்றும் நறுமணப் பூக்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலோ வெள்ளை நிறத்தில் இளஞ்சிவப்பு அல்லது ஊதா நிறப் பகுதிகளை கொண்டோ இருக்கின்றன. மணி வடிவப் புல்லிவட்டக் குழலிலுள்ள மடல்கள் மிக நுண்ணியவை. அல்லிகளில் கொடியல்லி 1.2 x 1 செ.மீ. அளவிலும், இறக்கை அல்லி 1.2 x 0.4 செ.மீ. அளவிலும், படகு அல்லி 1 x 0.3 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். இறக்கை

அல்லி படகு அல்லியுடன் ஒட்டியிருக்கும். மகரந்தத்தாள் கற்றை 1 செ.மீ. இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் பத்தும் ஒற்றைக் கற்றையாக அமைந்திருக்கும். இலை அடி மற்றும் மேற்பகுதிகள் தனித் தனியாக இருக்கின்றன. மகரந்தத்தாள்களின் நீளம் 3 மி.மீ., சூலகப்பை 5 மி.மீ. அளவுடையது. இரு சூல்கள் காணப்படுகின்றன. சூலகத்தண்டு உள்பக்கம் வளைந்தும் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். சூலக முடியில் மென்முடிகள் கொத்தாக இருக்கும். நுனி சற்று வளைந்த சப்பட்டையாக முட்டை அல்லது வளைந்த நீள்சதுர வடிவில் காணப்படும். ஒவ்வொரு காயிலும் ஒருவிதை இருக்கும். அரிதாக இரு விதைகள் காணப்படும். இவ்விதைகள் செம்பழுப்பு நிறத்திலும் தோல் தோன்றி விதைத்தோலைப் பெற்றும் இருக்கும்.

**பயன்.** மரம் ஓரளவு உறுதித்தன்மை கொண்டது. மரக் கட்டையை நீரில் பதம் செய்து பாதுகாத்தால் வெடிப்பதில்லை. இம்மரத்தைக் கொண்டு நுகத்தடி, மரக்கலப்பை, வண்டிச்சக்கரம், உளிக் கைப்பிடி, திருப்புளிக் கைப்பிடி முதலியவற்றைச் செய்யலாம். மற்ற மரங்களின் கூழுடன் இம்மரக் கூழையும் சேர்த்துக் காகிதம் தயாரிக்கலாம். இம்மரத்தின் சிறு குச்சிகளைப் பல் துலக்கப் பயன்படுத்தலாம். இதன் தழையை வெட்டிப் பசுந்தழை உரமாகப் பயிர்களுக்கு இடலாம். மரத்தை வெட்டி விறகாகப் பயன்படுத்தலாம். விதை மீன்களைக் கொல்லும். பிண்ணாக்கைப் பயிர்களுக்கு எருவாகப் பயன்படுத்தலாம். பசுந்தழையையோ, பிண்ணாக்கையோ மண்ணில் சேர்த்துத் தக்காளியில் தோன்றும் வேர் முடிச்ச நூற்புழுக்களைக் (root knot nematode) குறைக்கலாம். இம்மரத்தின் பூக்களிலிருந்து தேனீக்கள் மகரந்தங்களைச் சேகரிக்கின்றன. இதன் பருப்பிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெயை விளக்கேற்ற பயன்படுத்தலாம். சோப்பு, மெருகுவர்த்தி தயாரிப்பதற்கு இது பயனாகிறது. உலர்ந்த பூக்களைக் சேகரித்துத் தொட்டிகளில் வளர்க்கப்படும் செடிகளுக்கு எருவாகப் பயன்படுத்தலாம். புங்க மரத்தின் இலை, பூ, விதை, வேர், எண்ணெய் முதலியவை மருத்துவத்திற்கு உதவுகின்றன.

இம்மரத்தின் இலையை அரைத்து சொறி சிரங்கு, சீழ் வடியும் காயம், கொப்புளம் ஆகியவற்றிற்கு கட்டலாம். இவ்விலைகள் தூய்மையானவையாகவும் பூச்சிகளால் பாதிக்கப்படாதவையாகவும் இருத்தல் இன்றியமையாதது. புங்கம் இலை, புளி, நொச்சி, மா, வேம்பு, பொடுதலை, உத்தாமணி, கறிவேப்பிலை, நாரத்தை, சங்கஞ்செடி, கவுரி, பொண்ணாவரை ஆகியவற்றின் இலைகளை நீரில் சேர்த்துச் சிறிதளவு கடுகு ரோகிணி, இந்துப்பு ஆகியவற்றையும்

சேர்த்துக் குடிநீராக் கி வற்ற வைத்து அருந்தி வர மாந்தம், வெப்பம், பித்தக்காய்ச்சல் ஆகியன நீங்கும். சேராங்கொட்டை சேகரிப்பவர்களுக்கு உண்டாகும் தோல் வெடிப்பு, தோல் புண் ஆகியவற்றிற்கு புங்கமர இலைச்சாறு வயிற்றுப்புசும், பசியின்மை, வயிற்றோட்டம், இருமல், தொழுநோய், மேகவெட்டை ஆகியவற்றைக் குணப் படுத்தும். இலைகளைக் கொதிக்க வைத்து நீரில் குளித்து வர உடல் வலி போகும். சிறுநீரர்களில் சிறுவர், சிறுமியர் அரைஞாண் கயிற்றில் புங்கம் காயை கட்டுவது வழக்கம்.

புங்கம் பூ, புளியம்பூ, வசம்பு, பூண்டு, சீரகம், வெட்பாலை, அரிசி, நன்னாரி வேர் ஆகியவற்றை நல்லெண்ணெய் சேர்த்து நீர் சுண்டும் போது இறக்கி, வடிகட்டிப் புட்டியில் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு பயன்படுத்த வேண்டும். இதை நாள்தோறும் அருந்திவர மேகநோய், கரப்பான், தோல்நோய் ஆகியன தீரும். புங்கம் பூவைத் தூய்மை செய்து நெய்யில் வறுத்துத் தூள் செய்து நாள்தோறும் காலை, மாலை வெந்நீரில் கலக்கி தொடர்ந்து உண்டு வர மதுமேகம் நீங்கும். புங்கம் பூக்களை உலர்த்தி நீரிவிட்டு சாறெடுத்து அருந்திச் சர்க்கரை நோயால் உண்டாகும் தாகத்தைத் தனித்துக் கொள்ளலாம். புங்கம் வேரை அரைத்து வீக்கம், குடைச்சல் ஆகியவற்றிற்கு அவற்றின் மேலே தடவலாம். புங்கம் வேரைத் தூய்மை செய்து சிறு சிறு துண்டுகளாக்கிப் பால் எடுத்து அதே அளவு தேங்காய்ப்பால் சேர்த்துக் காய்ச்சி எடுத்து ஆறாத புண், குழிப்புண், புரையோடிய புண் ஆகியவற்றிற்கு நாளும் இருமுறை தடவ விரைவில் குணம் தெரியும். வேருக்கு இருமல், ஈளை முதலியவற்றை நீக்கும் தன்மை உண்டு. வேரைப் பயன்படுத்தி பல் துலக்குவதால் உறுதி பெறும். வேர்ச்சாறு மேகவெட்டையைப் போக்கும். மாடுகளுக்கு உண்டாகும் செருமல் நோய்க்குப் புங்க இலை, புங்க வேர் ஆகியவற்றை எடுத்துப் பாலில் அரைத்துப் புகட்டலாம்.

புங்க விதையைப் பொடித்துக் காய்ச்சலைக் குணமாக்கவும், மூச்சுக்குழல் அழற்சி, கக்குவான் நோய்களைக் குணமாக்கவும் பயன்படுத்தலாம். காயின் தோலுக்கும் இம்மருத்துவக் குணங்கள் உண்டு. விதைப் பருப்பை நசுக்கிப் பசையாக்கித் தொழு நோய்ப் புண்கள், தோல் நோய், வாத வலிக்குப் பயன்படுத்தலாம். புங்கம் எண்ணெய், படர் தாமரை, வெண்குஷ்டம் நோய்களைப் போக்க பயனாகிறது. இது வயிற்று வலி, ஈரல் நோய் சார்ந்த பசியின்மைக்குப் பயன்படுகிறது. இந்த எண்ணெயுடன் எலுமிச்சம்பழச் சாற்றைக் கலந்து வாதநோய்க்குத் தடவலாம். புங்கம் எண்ணெயில் உள்ள கரஞ்சின் (karanjin) என்னும் பொருளே தோல் நோய்களைப்

போக்கக் காரணமாயுள்ளது. இவ்வேதிப் பொருளுக்கு பூச்சிகளைக் கொல்லும் தன்மையும் பேக்டிரியாவைக் கொல்லும் தன்மையும் உண்டு. காப்பிச் செடியில் தோன்றும் பச்சை நாவாய்ப் பூச்சிகளைக் (coffee green bug) கட்டுப்படுத்த புங்கம் எண்ணெய், ரெசின் சோப்புக் கலவை தெளிப்பு பயனாகிறது. இது வளர்ந்த பூச்சியையும் குஞ்சுகளையும் திறம்படக் கொல்கிறது. புங்கமரப் பட்டை குருதி மூலத்தைத் குணப்படுத்தும். இம்மரத்தின் தண்டுப் பட்டை சாற்றைப் பெரி பெரி நோய் குணமாகப் பயன்படுத்தலாம். பட்டையை நசுக்கி எருமைக் கன்றுகளுக்குத் தந்தால் அவை பால் அருந்தும் அளவைக் குறைக்க முடியும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புங்கனூர் மாடு

இந்தியாவில் நாட்டுப்புற மாட்டு இனங்களைக் கறவை மாடு, வேலைத்திறன் உள்ள மாடு என இருவகையாகப் பிரித்துள்ளனர். சில இனங்கள் ஓரளவு பால் வளமும் வேலைத்திறனும் கொண்டவை. சிந்தி, தார்பார்க்கர், சாகிவால் போன்றவை பால் இனங்களாக கருதப்படுகின்றன. காங்கேயம், ஹலிகார் போன்றவை வேலைத்திறன் கொண்டவை. நெல்லூர், உம்பளாச்சேரி, புங்கனூர் போன்ற இனங்கள் இருவிதமாகவும் பயன்படுகின்றன. இவற்றுள் புங்கனூர் என்பது மிகச் சிறிய இனமாகும். இவ்வின மாடுகள் சித்தூர் மாவட்டம், வேலூர், குடியாத்தம் போன்ற ஆந்திர மாநில எல்லைகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

புங்கனூர் மாடு சிவப்பு வெள்ளைத் திட்டு அல்லது பழுப்பு நிறம் கொண்டிருக்கும். மிகுதியாகப் பால் கொடுப்பதில்லை. மொத்தத்தில் பால் அளவு ஒரு நாளைக்கு 2 லிட்டருக்கும் குறைவாகவே இருக்கும். இருப்பினும் அடர்த்தி மிகுந்துள்ளமையால் ஒரு குடும்பத்திற்குப் போதுமானதாக இருக்கும். இம்மாட்டை வீடுகளில் சொந்த பால் தேவைக்கென வளர்க்கின்றனர். இதற்கான தீவனத் தேவையும் மிகக் குறைவு. பெரும்பாலும் வைக்கோல், புல் மட்டுமே இதற்கு அளிக்கப்படுகிறது. அனைவராலும் எளிதாக வளர்க்க முடியும் என்பது புங்கனூர் இன மாடுகள் சிறப்புப் பண்பாகும். இவ்வினக் காளை சிறிய வண்டிகளை இழுக்கவும், ஓரளவு உழவிற்கும் பயன்பட்டாலும் பெரும்பாலும் பொலிக் காளை பூம்பூம் மாட்டுக்காரர்களால் வளர்க்கப்படுகிறது. பசுக்களைக்



கருத்தரிக்கச் செய்யவும் பொலிக் காளை பெருமளவிற்கு உதவி செய்கிறது.

இரா. வசந்தகுமார்

## புசல்ஃபான்

புற்றுநோய் எதிர் மருந்துகளில் ஒன்றான புசல்ஃபான் (busulfan) அல்கைல் சல்ஃபோனேட்டுகள் என்னும் வேதிப் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும். இதன் வேதி அமைப்பு வருமாறு:



இம்மருந்து எலும்பு மஜ்ஜை வெள்ளையணு முன்னோடிச் செல் நாளப்பட்ட புற்றுநோயில் (chronic myeloid leukemia) பராமரிப்பு மருத்துவத்திற்குப் பயன்படுகிறது. மாத்திரையாகப் பயன்படுத்தப்படும்போது இம்மருந்து நன்கு உட்கவரப்படுகிறது. இதன் பிளாஸ்மா அரைவாழ் காலம் ஐந்து நிமிடமாகும். வளர்சிதை மாற்றப் பொருள் களும், நிலையிறக்கப் பொருள்களும், மெத்தேன் சல்ஃபோனிக் அமிலமாகச் சிறுநீரில் வெளிப்படுகின்றன. இது பிற திசுக்களைவிட எலும்பு மஜ்ஜையிலுள்ள செல்களான குறுமணியுள்ள வெள்ளையணுக்களையும், தட்டையணுக் களையும் மிகவும் பாதிக்கிறது. சிவப்பு அணுக்களை இது குறைவாகவே தாக்குகிறது.

**வேண்டா விளைவுகள்.** மருத்துவ அலகுகளில் இதனை உட்கொள்ளும்போது இது துகள் கொண்ட செல்களைப் பாதிக்கிறதேயன்றி, நிணச்செல்களைப் பாதிப்பதில்லை. தட்டையணுக் குறைவும், சோகையும் தோன்றலாம். அரிதாகக் குமட்டல், தலை வழுக்கை சீதப்படல அழற்சி, மலட்டுத்தன்மை ஆகியவை காணப்படலாம். ஆண் முலை வீக்கம், தோலில் நிறமிகள் தோன்றல், நுரையீரலில் நார்ப் பொருள் அதிகரிப்பை தொடர்ந்து இருமல், கடின மூச்சு ஆகியவையும் அரிதாக தோன்றுகின்றன.

புசல்ஃபான் 2 மி.கி. மாத்திரையாகக் கிடைக்கிறது. முதலில் 4 - 8 மி.கி. அலகில் தொடங்கலாம். தொடர்ந்து கொடுக்கும்போது 1 - 3 மி.கி. போதுமானது.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். Keith E. Halman (Edr.), *Treatment of Cancer*, Chapman and Hall, London, 1982.

## புட்சியாரி நோயியம்

கல்லீரலிலுள்ள பெருஞ்சிரைகள் அடைப்படுவதால் புட்சியாரி நோயியம் (Budd-Chiari syndrome) உண்டாகிறது. பெரும்பாலும் இந்நோயின் காரணங்கள் புலப்படுவதில்லை. சிரைக்குள் குருதி உறைதல், அருகிலுள்ள பிற உறுப்புகளில் ஏற்படும் புற்றுநோய் இச்சிரையைப் பாதித்தல், கருத்தடை மாத்திரை உட்கொள்ளுதல், பிறவிக் குறையாகக் கீழ்ப்பெருஞ் சிரையின் மேல் பகுதியில் படிமம் போன்ற அடைப்பால் பாதிக்கப்படுதல், மைகா என்னும் இடத்தில் உட்கொள்ளப் படும் தேநீரில் குரோடலேரியா, செனிசியா என்னும் தாவரங்களின் சாறு சேர்தல் போன்ற பல கறுகள் நோயை உண்டாக்கலாம்.

**அறிகுறி.** வாந்தி, வயிற்றுவலி, கல்லீரல் பெருக்கம், வயிற்று நீர் சேர்தல், குருதி அழுத்தம் குறைவதால் ஏற்படும் அதிர்ச்சி போன்றவை இதன் தீவிர நிலைக்கான அறிகுறிகளாகும்.

**இடைப்பட்ட நிலை.** காலிலும், வயிற்றிலும் நீர் சேர்தல், கல்லீரல் மந்தமடைந்து நினைவிழந்த நிலையில் நோயாளி மரணமுறலாம்.

**நாட்பட்ட நிலை.** கல்லீரல் தொடர்ந்து பாதிக்கப் பட்டால் நாராகும் நிலை ஏற்பட்டுப் பல நாள்கள் நினைவிழந்த நிலையில் இருக்கலாம். போர்ட்டல் குருதி மிகையழுத்தம் உண்டாவதால் உணவுக் குழலில் குருதிக் கசிவு ஏற்பட்டு முடிவு நேரலாம். கல்லீரலின் சிரையிலேற்படும் பாதிப்பு குறைவாக இருப்பின் குணமடைய வாய்ப்புண்டு. தீவிர நிலை ஏற்பட்டால் முடிவு விரைவில் ஏற்படும்.

**ஆய்வு.** கல்லீரலின் உயர் திசு ஆய்வில் கல்லீரலில் நுண் அணுக்களின் நடுவில் குருதித் தேக்கம் காணப்படுதல், கல்லீரலின் சிரை அடைப்பட்டிருத்தல் ஆகியன ஆய்வில் புலப்படும்.

**மருத்துவம்.** அடைப்பு, கீழ்ப்பெருஞ்சிரையிலாயின், இதயத்தின் வல மேலறை வழியாகக் கீழ்ப் பெருஞ் சிரையின் துளையைப் பெரிதாக்கலாம். கல்லீரல் சிரை, கீழ்ப் பெருஞ்சிரை இவற்றை ஒன்றோடொன்று இணைத்து அடைப்பைத் தவிர்க்கலாம்.

பத்மா சங்கர்

துணைநூல். *Davidson's Principles & Practice of Medicine*, XIV th Edn., ELBS - Churchill Livingstone, London.

## புட்டம்

குதவாயை அடுத்துள்ள இரு புட்டப்பகுதி உடல் உட்காரும் நிலையில் எடையைத் தாங்குகிறது. இதற்கு ஏற்ப இப்பகுதியில் கொழுப்புத் திசு மிகையாக இருக்கிறது. இப்பகுதியில் காணப்படும் உணர்ச்சி நரம்புகள் முதல் மூன்று லம்பார் நரம்புகளிலிருந்தும் கிளைகள் முதல் மூன்று திரிக நரம்புகளிலிருந்தும் வருகின்றன. இப்புட்டத்தின் உட்பகுதி, மேற்பகுதியில் காணப்படும். உட்பகுதியின் கீழ்ப்பகுதியில் பின்தொடை தோல் நரம்பில் துளைக்கும் கிளைகள் உள்ளன. விலா அடி நரம்பு மற்றும் இலியோ ஹாபோகாஸ்டிரின் நரம்பின் வெளித்தோல் கிளைகள் வெளிப்புறத்திலும் தொடையின் வெளித்தோல் நரம்பின் வெளிக்கீழ்ப்பகுதியிலும் காணப்படும்.

இப்பகுதியில் உள்ள தசைகள், புட்டம் பெருந்தசை (gluteus maximus), புட்ட நடுத்தசை (gluteus medius), புட்டச்சிறுதசை (gluteus minimus), பைரிபாமிஸ் (pyriformis) உள் ஆப்டுரேட்டார் தசை நான், இதற்கு மேல் உள்ள மேல் காமில்லஸ் தசை கீழ் உள்ள கீழ் காமில்லஸ் தசை (superior & Inferior gamelus) குவாட்டரேட்டஸ் ஃபெமெரிஸ் (quadratus femoris) போன்ற பல்வேறு தசைகள் காணப்படும். இப்பகுதியில் உள்ள எலும்புகள் இஸ்கியம் என்பு (ischium) குறங்கு (தொடை) பெருமுனை ஆகியவை.

கிழிகள் (bursae). பெருமுனை மேல் உள்ள கிழிப்பை இஸ்கிய என்பின் முனைப்பகுதியில் உள்ள கிழிப்பை, புட்டத்தொடை கீழ்ப்பை ஆகியவை காணப்படும்.

தோலின் வியர்வைச் சுரப்பி காணப்படுவதால் வியர்வைச் சுரப்பிப் பை உண்டாகலாம். குதவாய்ப் பகுதியை அடுத்துக் குதக்குடா மற்றும் குதவாய்ப் புண்கள் ஏற்படும். வெளிமூலமும், இரு புட்டத்தை விரித்து நோக்கக் காணப்படும். இப்பகுதியில் உணர்ச்சி மிகுந்துள்ளமையால் கீழ்க்கட்டியைப் பழுக்கும் முன் கீறி விடுவது சிறந்தது.

மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

துணைநூல். Peter L. William's and Warwick Gray, Anatomy, 36th Edition, London, 1980.

எனப்படுகிறது. இதை அம்மைக்கட்டு என்றும் பொன்னுக்கு வீங்கி என்றும் குறிப்பிடுவர்.

இந்நோய் எச்சில் துகள்களில் உள்ள வைரஸ் மூலம் பரவுகிறது. பெரும்பாலும் கன்னத்தின் இரு பக்கமும் இருக்கும் சுரப்பிகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. அரிதாகத் தாடை அடி அல்லது நாக்கடி உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி, விதை, கணையம், சூலகம் ஆகியவையும் வீக்கமடையலாம். பொதுவாக 5 - 23 வயது ஆண்களே பாதிக்கப்படுகின்றனர். இதன் நோய் மறைகாலம் 12-23 நாட்கள்.

அறிகுறி. தலைவலி, சோர்வு, தொண்டைக் கரகரப்பு, மூக்கு வழி குருதி, விறைத்த கழுத்து, கன்னத்தின் இரு பக்கங்களிலும் வீக்கம், வாயைத்திறக்க முடியாத நிலை, காய்ச்சல், மிகவும் குறைந்த நாடித் துடிப்பு ஆகியன காணப்படுகின்றன.

சிக்கல். விதை வீக்கம், சூலக அழற்சி, இதயத்தசைப் பாதிப்பு, தீவிர கணைய அழற்சி, நடுக்காத்தில் கீழ், புற நரம்பு அழற்சி, 2, 3, 7, 8 ஆம் நரம்பு அழற்சி, மூளை உறை அழற்சி முதலியன சிக்கல் தரும்.

மருத்துவம். படுக்கையில் 10 நாட்கள் ஓய்வு தேவை. சப்புவதில் கடினம் இருக்கும்வரை நீர்ம உணவே போதும். தொற்றெதிர் மருந்துகள் கொண்டு வாய்க் கொப்பளித்தல், வெப்ப ஒத்தடம், ஸ்டில்போஸ்டிரால் மூலம் விரை அழற்சியைத் தவிர்க்க முடியும். இந்நோய் வைரஸால் பரவுவதால் சிறப்பு மருத்துவம் எதுவும் கிடையாது. பிரட்னிசோலோன் 40 மி.கி. நாள்தோறும் நான்கு நாட்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும்.

அ. சுதிசேசன்

துணைநூல். K. Chaudhry, Medicine for Students and Practitioners, Seventh Edition, Jaypee Brothers, New Delhi, 1984.

## புட்பராகம்

காண்க: டோபாஸ்

## புண்ணுடைக் குடலழற்சி

இந்த நாள்பட்ட குடலழற்சியில், சிலேட்டுமப் படலத்தில் கீழ் கொண்ட புண்கள் காணப்படுகின்றன. இந்நோய் நிலையால் ஆண், பெண் அனைத்து வயதினரும்

## புட்டாளம்மை

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் (குறிப்பாக பரோடிட் சுரப்பி) வீங்கிய நிலையடையும் தீவிர தொற்றே புட்டாளம்மை (mumps)



பாதிக்கப்படுகின்றனர். இது பரம்பரை நோயாகவும் ஏற்படுகிறது. யூதர்கள் இடையே மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. கூச்சமுடைய பிறரைச் சார்ந்து இருக்கும் தன்மையுடையவர்களே இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். இதற்குக் குறிப்பிடத்தகுந்த காரணம் தெரியவில்லை. லைசோமினின் இயல்பு மீறிய செயல்பாட்டின் விளைவாகவோ சுய ஏம உத்திகள் பங்கு கொள்வதாலோ, பால் புரத்ததிற்கு ஒவ்வாமை இருப்பதாலோ உணர்ச்சி வயப்படுவதால் இந்நோய் உண்டாவதாகத் தெரிகிறது.

பெரும்பாலும் மலக்குடலும், நெளிக்குடலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. சிலபோது பெருங்குடல் முழுதுமோ, ஏறுகுடல் மட்டுமோ, இலியாக் இறுதிப் பகுதி மட்டுமோ பாதிக்கப்படலாம். மலக்குடலின், சீதச் சவ்வு பாதிக்கப்பட்டு எளிதில் புண் உண்டாகி குருதிச் சசிவு ஏற்படுகிறது. பின்னர் இப்புண் பெரிய புண்ணாக மாறிவிடுகிறது.

நோயின் தொடக்கம் மெதுவாகவோ, தீவிரென்றோ உள்ளது. வயிற்றுப்போக்கு, குறிப்பாக இரவில் உண்டாகிறது. கீழ் இலியாக் பகுதியில் வலி, மலங்கழிக்கும்போது வலி, மலத்தில் குருதி காய்ச்சல், பசியின்மை ஆகியவை காணப்படுகின்றன. நோயாளி வலிமையிழப்புடனும், சோகையிடனும், காய்ச்சலுடனும், நீரிழப்புடனும், மிகையான இதயத் துடிப்புடனும் காணப்படுவார்.

**ஆய்வு.** குருதியில் ஹீமோகுளோபின் குறைவாக இருத்தல், சிவப்பு அணுக்கள் படையும் விகிதம் மிகையாக இருத்தல், மலத்தில் குருதியும் சீழும் காணப்படுதல், நெளிகுடல் உள்நோக்கி மூலம் பார்க்கும்போது குருதி ஒழுக்குடன் கூடிய பல சிறிய புண்கள் காணப்படுதல் போன்றவை குடலழற்சியை உறுதிசெய்யும். பேரியம் இனிமாவின் மூலம் பல வளை மடிப்புகள் இருப்பதைக் கொண்டும் இதனை அறியலாம்.

இந்நோயின் சிக்கல்களாக தோல் தடிப்பு கருவிழிப் படல அழற்சி, மிகப் பெரிய குடல், குடலில் துளை, குருதிப்பெருக்கு, மனக்குழப்பம், வாயிலும், மலக்குடலிலும் காளான் புண், கல்லீரல் அழற்சி, மூட்டழற்சி, உதரவுறை அழற்சி, புற்றுநோய் ஆகியவை உண்டாகலாம்.

மருத்துவமாகப் படுக்கைகளில் ஓய்வு, கொடின் பாஸ்டீபேட் 30 - 60 மி.கி., டிரைபுளுபிரேசின் 1 - 2 மி.கி. தசை ஊசி; சுருக்க எதிர் மருந்து 2 - 5 மி.லி. தசை ஊசி; இரும்புச்சத்து மாத்திரை 300 மி.கி. நாள்தோறும் இரண்டுவேளை வாய் வழியாகவோ தசை ஊசியாகவோ

கொடுத்தல், சோகைக்குக் குருதித் செலுத்துதல், சாலிசைல் அசோ - சல்ஃபாபிரிடின் 3 கிராம் நாளும் அளித்தல்; கார்டிகோ ஸ்டிராய்டு போன்றவை ஓரளவு பயனளிக்கின்றன. பயனளிக்காத போது அறுவை முறை கையாளப்படுகிறது. குதமும், பெருங்குடலும் அகற்றப்படுதல், இலியத்துடன் இணைந்த பின், மலக்குடலை அகற்றுதல் போன்ற பல அறுவை முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். D.J.C. Shearman, *Diseases of the Gastrointestinal tract and liver*, Churchill Livingstone, London, 1982.

## புணர்ச்சிப் பிறப்பு

உயர் உயிரினங்கள் இருமய உடலம் கொண்டவை. இவற்றின் வாழ்க்கைச் சூழலில் இரு மய நிலையும் (sporophyte - 2x), ஒரு மய நிலையும் (gametophyte - x) மாறி மாறி வரும். ஒரு மய நிலை மிகவும் குறுகியது. இது பாலினச் செல்களால் குறிக்கப்படுகிறது. தாவர உடலம் உள்ளிட்ட பெரும் பகுதி, இரு மய நிலையைக் குறிக்கும். ஒரு மயமும், இருமயமும் மாறி மாறி வருவதற்குப் பாலினச் செல்களின் இணைவும் (syngamy), குன்றல் பகுப்பும் (meiosis) நடைபெற வேண்டும். இணைவும், குன்றல் பிரிவும் நடைபெறுகிற வாழ்க்கைச் சூழல் முறையைப் புணர்ச்சிப் பிறப்பு (amphimixis) என்பர். பூக்கும் தாவரங்களின் இனப்பெருக்க உறுப்பு மலராகும். மலரில் மகரந்தத் தாள்கள் ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பையும் சூலகம் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பையும் குறிக்கும். இவை இருமய நிலையில் இருப்பவை.

**குன்றல் பகுப்பு.** மகரந்தத்தாள்களில் மகரந்தப் பைகள் உண்டு. அவற்றின் மைக்ரோஸ்போர் தாய்ச் செல் (microspore mother cell) தோன்றும் இது இருமயச் செல்லாகும். குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுவதால் கைரோஸ்போர் தாய்ச்செல் நான்கு மகரந்தத் தாள்களைக் (pollen grains) கொடுத்தும். ஒரு செல்லால் ஆன மகரந்தத் தாளில் ஒரு நியூக்ளியஸ் உண்டு. செல் சுவர் இரண்டு அடுக்காக விளங்கும். இதன் புறச் சுவர் மஞ்சளாகக் காணப்படும். அதற்குப் புற ஊதா கதிர் வீச்சைத் தாங்கும் திறனுண்டு. மகரந்தத்தூள் நியூக்ளியஸ் இரண்டாகப் பிரிந்து தழைச் செல் (vegetative cell), உற்பத்திச் செல் (generative cell)

இவற்றைக் கொடுக்கும். பெரும்பாலான மகரந்ததான் இவ்விரு செல் நிலையில் மகரந்தப் பையிலிருந்து வெளிப்படும் சில இனங்களில் உற்பத்திச் செல் பிரிந்து இரண்டு ஆண்பாலினச் செல்களைக் (male gametes) கொடுக்கும்.

சூலகம் கூஜா வடிவிலிருக்கும். அடியிலிருக்கும் அகன்ற பகுதியில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட சூல்கள் இருக்கும். இவையே கருத்தரித்த பிறகு விதையாக மாறும். சூலில் சூல்பை எனப்படும் பெண் புணர்தாவரம் (mega gameto phyte) இருக்கும். இது மெகாஸ்போர் தாய்ச் செல்லிருந்து தோன்றும். இந்நிலையில் குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுவதால் சூல்பை (embryo sac) ஒருமயம் ஆகும். இதில் உள்ள எட்டு நியூக்ளியஸ்களில் ஒன்று பெண் பாலினச் செல் (egg) ஆகும். மகரந்தத்தான், காற்று, நீர் அல்லது விலங்கு மூலமாகச் சூலக முடியை அடைந்து அங்கு முளைக்கும். மகரந்தத்தான், மகரந்தக்குழலைத் தோற்றுவிக்கும். இக்குழல் சூலகத்தண்டு மூலமாக வளர்ந்து சூலை அடையும். மகரந்தக் குழல் ஆண் பாலினச் செல்கள் இரண்டையும் எடுத்துச் செல்லும். சூல் பையினுள் மகரந்தக்குழல் நுழைந்ததும் அதன் நுனி உடைந்து இரண்டு ஆண் பாலினச் செல்களும் வெளிப்படும். ஆண் பாலினச் செல் ஒன்றும் பெண் பாலினச் செல்லும் சேர்ந்து இருமயக் கருமுட்டை (zygote) தோன்றும். இம்முறையை இணைவு (syngamy) என்பர். மற்றோர் ஆண் பாலினச் செல் சூல்பையிலுள்ள வேறு இரு செல்களோடு சேர்ந்து மும்மய (3x) முளை சூழ்விதையைத் (endosperm) தோற்றுவிக்கும். இவ்வாறு பூக்கும் தாவரங்களில் இரட்டைக் கருவுறுதலும் (double fertilisation), மூவிணையும் (triple fusion) நடைபெறும். இதன் காரணமாக இருமயக் கருமுட்டையும் மும்மய முளைசூழ்விதையும் உண்டாகும். முளைசூழ்த்தசை கருவிற்கு உணவு கொடுக்கும் திசுவாகச் செயல்படும். இம்மாறுதல்கள் சூலில் நடைபெறும் போது சூலகம் கனியாக மாறும். பின்னர், சூல் விதையாக மாறும். விதை அடுத்த தலைமுறை இருமய நிலையைக் கொடுக்கும். இருமய நிலை, குன்றல் பகுப்பு மூலம் ஆண், பெண் ஒருமய நிலையைத் தோற்றுவிக்கும். இவை இணைந்து இருமயநிலையை மீண்டும் தோற்றுவிப்பதே புணர்ச்சிப் பிறப்பு ஆகும்.

புரீ கணேசன்

துணைநூல். Bhojiwani and Bhatnagar, *The Embryology of Angiosperms*, Vikas Publishing Co., New Delhi, 1988.

## புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு

உயிரின வாழ்க்கைச் சூழலில் இருமய ஸ்போரோஃபைட்டும், ஒருமய கெமிட்டோஃபைட்டும் மாறி மாறி வரும். இதற்குப் பிண்ணனியாக அமைவன, புணர்ச்சியும் (syngamy), குன்றல் பகுப்பும் (meiosis) ஆகும். சில தாவரங்களின் வாழ்க்கைச் சூழலில் முன் கூறிய இரு நிகழ்ச்சிகளும் நடைபெறுவதில்லை. புணர்ச்சியில்லாமல் புது சேய்த் தாவரம் உண்டாவதால் இதைப் புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு (apomixis) என்பர். 'apomixis' என்னும் சொல்லைப் அறிமுகப்படுத்தியவர் விங்க்களர் என்பார் ஆவார்.

புணர்ச்சியில்லாப் பிறப்பு இரு வகைப்படும். தாவரங்கள் உடல் இனப்பெருக்கத்தால் இனப்பெருக்க மடைவது ஒரு வகை. இதற்கெனச் சில சிறப்பு உறுப்புகள் (propagules) பயனாகின்றன. இரண்டாம் வகை இணைவுறா விதையாக்கம் (agamospermy) ஆகும். இத்தாவரங்களில் விதையே இனப்பெருக்க உறுப்பாகும். ஆனால் விதை, குன்றல் பகுப்பும் புணர்ச்சியும் இல்லாமல் தோன்றியதாகும். உடல் இனப்பெருக்க முறையில் தாவரம் பல முறைகளைக் கையாளும். எந்தத் தாவரத்தில் பாலினப் பெருக்க முறை, பாலிலா இனப்பெருக்க முறையால் இடப்பெயர்ச்சிச் செய்யப்பட்டதோ அத்தாவரமே புணர்ச்சியிலாப் பிறப்புத் தாவரமாகும்.

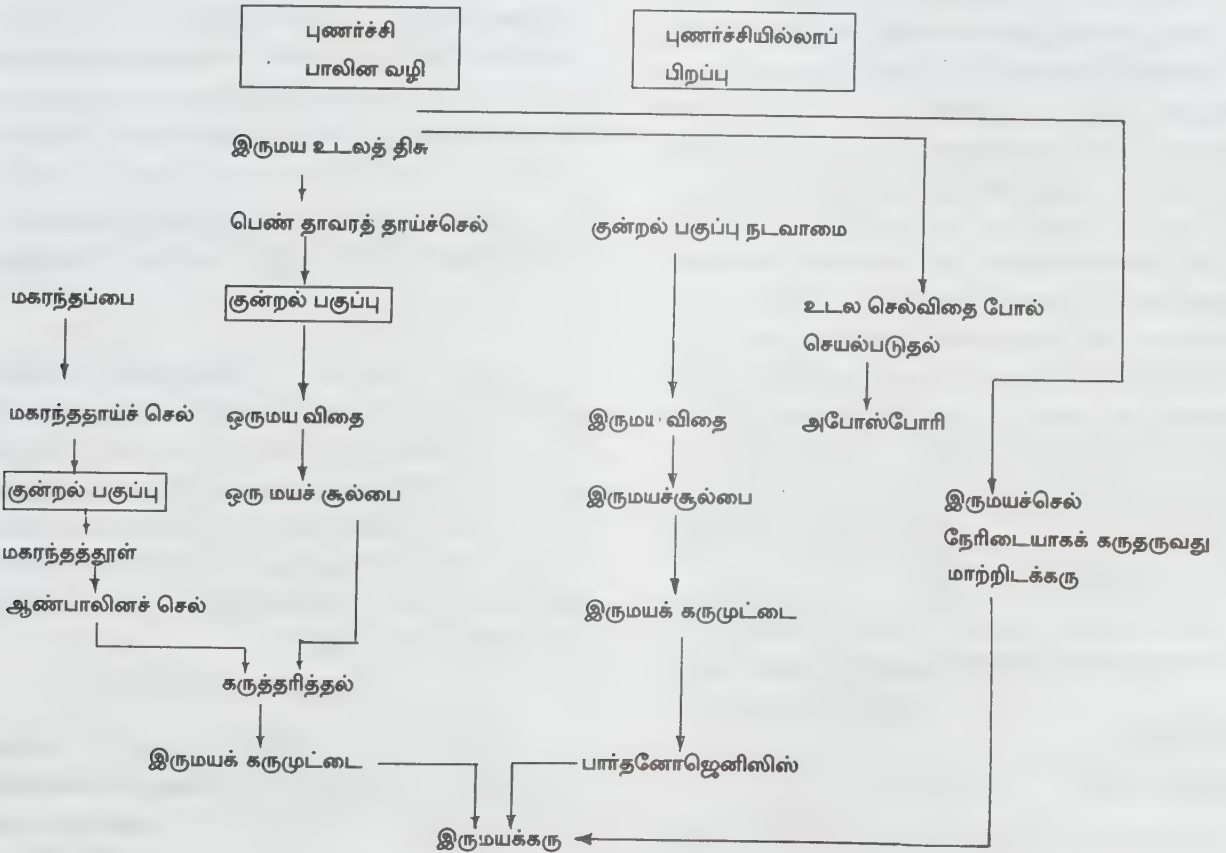
சில இனங்கள் ஒரு சூழலில் புணர்ச்சி பிறப்பு (amphimixis) வழிமுறையைப் பின்பற்றி வேறொரு சூழலில் புணர்ச்சியிலா பிறப்பு வழியைப் பின்பற்றும். மஞ்சரிப் பகுதிக்கு அப்பால் மலர்கள், இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஆகியன தோன்றினாலும் கருவுறுதலும் விதைகளும் ஏற்படுவதில்லை. எ-டு: அகேவ் அமெரிகானா, எலெடயா கனடென்சிஸ். மேலும் பாலினத்தைப் பொறுத்த வரை மலட்டுத் தாவரமும் தோன்றும். லில்லியம் பல்பிஃபெர்ம் என்னும் செடியில் சிறுமொட்டு (bulbil) தோன்றும். மஞ்சரியில் மலர்களுக்குப் பதிலாக அல்லது மலரோடு சில இனப்பெருக்க உறுப்புகள் தோன்றலாம் (vivipary). வெங்காயம், புற்களில் இவ்வகையைக் காணலாம். இதைச் செயற்கை முறையில் தூண்டிவிடலாம். மஞ்சரிக்கு நீண்ட பகலும் (long day) வெப்பம் 21 - 27°C உம் கொடுத்தால் மலர்கள் தோன்றும். அதே மஞ்சரிக்குக் குறுகிய பகலும் (short day) 20°C குக் குறைவான வெப்பமும் கொடுத்தால் மலர்களுக்குப் பதிலாகச் சிறுமொட்டுகள் தோன்றும். அதில் வேர்க் குருத்துகளும் நுனி வளரும் தண்டுப்பகுதி இலைகளும் உண்டு.



அக்மோஸ்பர்மி தாவரங்களில் விதை உண்டாகும். ஆனால் அவை புணர்ச்சி முறையில் தோன்றியவையல்ல. இம்முறையை மூன்றாகப் பிரிக்கலாம். மாற்றிடக் கருத்தரிப்பு (adventive embryony) என்பது இரு மய ஸ்பேரோஃபைட் செல் ஏதாவது ஒன்று அதாவது நியூசெல்லஸ் (nucellus) அல்லது சூலுறையைச் (integument) சேர்ந்தது. நேரிடையாகக் கருவைத் தோற்றுவிக்கும் புணர்ச்சி முறையில் தோன்றும் கருமுட்டை (zygotic embryo) செயல்படாமல் போகலாம். அல்லது மாற்றிடக் கருவோடு போட்டியிடலாம். டிப்ளோஸ் போரி (diplospory) சூலில் ஆர்கிஸ் போரியம் (archesporium) மற்றும் மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் (megaspore mother cell) தோன்றும். ஆனால் குன்றல் பகுப்பு நடைபெறாது (aerva). இதைப் பூனைப்பூச் செடியில் காணலாம். மெகாஸ்போர் தாய்ச்செல் நேரிடையாகச் சூல்பையைத் தோற்றுவிக்கும். அதில் காணப்படும் அனைத்து நியூக்ளியஸ்களும் இருமயமாகும்.

அதிலுள்ள கருத்தரிக்காத கருமுட்டை நேரிடையாகக் கருவைத் தரலாம் (parthenogenesis). சில இனங்களில் இருமயச் சூல்பையிலுள்ள முட்டை அற்ற வேறு எந்த நியூக்ளியசிலிருந்தும் கரு தோன்றலாம் (apogametry). சூலிலுள்ள ஓர் உடலச் செல் குன்றல் பகுப்பில்லாமல் ஓர் இருமயச் சூல்பையைத் தோற்றுவிக்கும். இதில் இருமயக் கருமுட்டை உண்டு. அது நேரிடையாகக் கருவைக் கொடுக்கும் (apospory). இம்மூன்று முறைகளையும் கீழ்க்காணும் அட்டவணை மூலம் ஒப்பிட்டுக் காணலாம்.

புணர்ச்சியிலாப் பிறப்புத் தாவரங்களில் மகரந்தத்தூள் உண்டாவதில் குறைகள் தோன்றுவதும் உண்டு. டிப்ளோஸ்போரஸ் வகையில் மகரந்தத்தூள் தயாரிப்பின் போது குன்றல் பகுப்பு முறையாக நடவாது. ஆனால் அபோஸ்போரஸ் வகையில் முறையான குன்றல் பகுப்பு நடைபெறும்.



புணர்ச்சியிலாப் பிறப்புக்குக் காரணம். பெரும்பாலான புணர்ச்சியிலாப் பிறப்புத் தாவரங்கள் கலப்புயிரிகளாக (hybrids) இருக்கும். மேலும் அவை பலமய (polyploid) வகைகளும் ஆகும். புணர்ச்சியிலாப் பிறப்புத் தாவரங்களில் குன்றல் பகுப்பு நன்கு நடைபெறாது. ஆலியம் சிற்றினம் புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு வகையைச் சேர்ந்தது. இத்தாவரத்தில் மலருக்கு பதில் தோன்றுவதற்குக் காரணம் ஒரு மரபணு என்று கண்டுபிடித்துள்ளனர். பார்தீனியம் அர்ஜென்டியம் (parthenium argentium) என்னும் தாவரத்தில் இருமய மற்றும் பலமயச் செடிகள் உண்டு. இருமயத் தாவரம் சாதாரண புணர்ச்சிப் பிறப்பு வழியைப் பின்பற்றும். ஆனால் பலமயச் செடிகள் புணர்ச்சியிலாப்பிறப்பு வழியையே பின்பற்றும். மரபியல் ஆராய்ச்சி வாயிலாக புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பிற்கு மூன்று இரட்டை ஒடுங்கு ஜீன்களே காரணம் என்று கண்டறிந்துள்ளனர். 'a' ஒத்த ஒடுங்கு ஜீன் (homozygous recessive) குன்றல் பகுப்பு நடவா கருமுட்டையைத் தோற்றுவிக்கும். 'b' ஒத்த ஒடுங்கு ஜீன் கருதரித்தலைத் தடை செய்யும். 'd' ஒத்த ஒடுங்கு ஜீன் கருமுட்டை கருதரிக்காமல் கருவைத் தரசெய்யும். aa BB DD ஜீன் தோற்றத் (genotype) தாவரம் குன்றல் பகுப்படையாத கரு முட்டைகளைக் கொடுக்கும். இவை கருத்தரிக்காமல் கருவைக் கொடுக்கா. AA bb DD ஜீன் தோற்றமுடைய தாவரம், குன்றல் பகுப்பு நடந்த ஒரு மயக் கருமுட்டையைக் கொடுக்கும். இங்குக் கருதரித்தல் தடைப்பட்டதால் கரு தோன்றுவதேயில்லை. AA bb DD ஜீன் தோற்றத் தாவரங்கள் சாதாரண பாலின வாழ்க்கை நடத்தும் ஜீன்கள் தோற்றம் aa bb dd கொண்ட தாவரங்களே புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு முறையைப் பின்பற்றும். சில தாவரங்கள் சில சமயங்களில் புணர்ச்சிப் பிறப்பும் சில சமயங்களில் புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பும் பின்பற்ற சூழ்நிலையே காரணமாக இருக்கலாம். டெஸ்சேம்சியா என்னும் தாவரம் ஸ்வீடன் நாட்டில் பாலினப் பெருக்கத்தையும் கலிபோர்னியாவில் புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு வழியைப் பின்பற்றுகிறது. பயிர்ப் பெருக்கத்தில் புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு பெரும் பங்கு கொள்கிறது.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## புணர் பூசம்

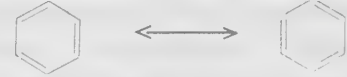
காண்க: கழை

## புணர் விளைவு, உயர் புணர்விளைவு

கரிமச் சேர்மங்களில் இரட்டைப் பிணைப்பு ஒன்றுவிட்டு இருப்பின், அந்தச் சேர்மங்கள் புணர்விளைவு (conjugated) கொண்ட சேர்மங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. எ-டு: 1,3 பியூட்டாடையின் ( $H_2C = CH - CH = CH_2$ ). இக்கரிமச் சேர்மத்தில் இரட்டைப் பிணைப்புள்ள  $C_1$ ,  $C_3$  ஆகிய இடங்களில் உள்ளன.

### உயர் புணர்விளைவு (hyperconjugation)

அல்லது குறை பிணைப்பு. ஒரு மூலக்கூறின் மெய்யான வடிவமைப்பை ஒரு தனித்த அமைப்பால் சுட்ட இயலாத நிலையில் உடனிகைவு அமைப்புகளால் (resonance structures) விளக்கலாம். எ-டு: பென்சீன் அமைப்பு.



உடனிகைவு

அமைப்புகளில்

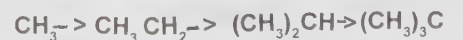
இரண்டு

அணுக்களுக்கிடையே ஒற்றைப் பிணைப்போ இரட்டைப் பிணைப்போ உள்ளன. ஆனால், இரண்டு அணுக்களுக்கிடையே ஒற்றைப் பிணைப்போ இரட்டைப் பிணைப்பு இல்லாமல் இருந்தால், அதாவது ஒரு கரிமச் சேர்மத்தின் உடனிகைவு அமைப்புகளில் ஏதேனும் இரண்டு அணுக்களிடையே பிணைப்பில்லாமல் இருந்தால், அப்பிணைப்பு குறை பிணைப்பு என்று வழங்கப்படும். எனவே, குறைப்பிணைப்பு அல்லது உயர்புணர் விளைவு என்பது பிணைப்பில்லா உடனிகைவு (no bond resonance) ஆகும்.

அலக்கைல் தொகுதிகளின் தூண்டுதல் விளைவை ஒப்பிடுகையில் அவை கீழ்க்காணும் வரிசையில் அமைகின்றன:



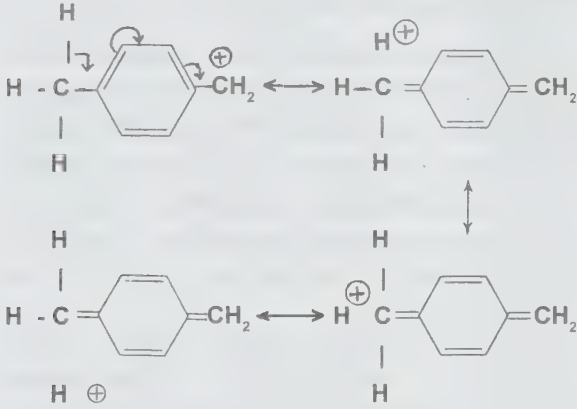
ஆனால், அலக்கைல் தொகுதியை நிறைவுறா அமைப்புடன் (இரட்டைப் பிணைப்பு அல்லது பென்சீன் கருவுடன்) இணைக்கும்போது மேலேயுள்ள வரிசையில் தூண்டுதல் விளைவு அமையாது என்பதைப் பேக்கர், நாதன் என்போர் கண்டறிந்தனர். அதாவது p- அலக்கைல் பென்சைல் புரோமைடின் வினைவேத்தைத் தெளிவாக ஆராயும்போது தூண்டுதல் விளைவு முதலாவதாகக் காட்டியுள்ள வரிசைக்கு எதிராகவுள்ளதென அறிந்தனர்.



இவ்வரிசையில் மெத்தில் தொகுதி கூடுதல் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளது. இதற்குக் காரணம் அதன் கட்டிற்றித் திரிய வாய்ப்பாக p - ஆர்ப்பிட்டாலும்,

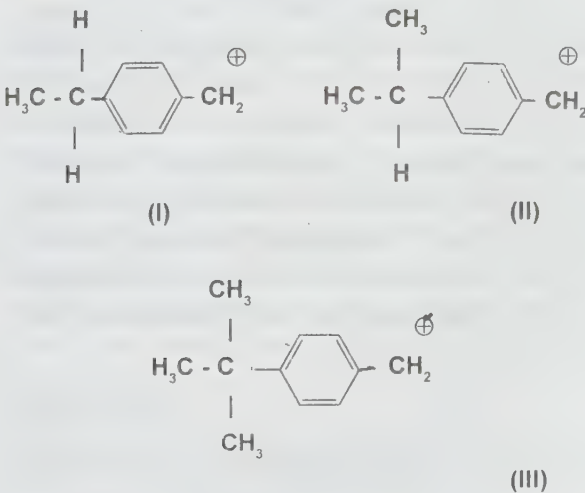


σ-ஆர்ப்பிட்டாலும் மோதிக் கொள்கின்றன. எனவே, p-மெத்தில், பென்சைல் புரோமைடு என்னும் சேர்மத்தின் நேர்மின் சுமையுடைய அயனி கீழ்க்காணும் மூன்று குறைபிணைப்பு அமைப்புகளால் நிலைப்புத்தன்மை எய்துகிறது.



இவ்வாறு குறைபிணைப்பு என்பது பிணைப்பில்லா உடனிகைவாகும். குறைபிணைப்பின் முதன்மைப் பங்கு, C-H பிணைப்பில் அயனித்தன்மையைத் தோற்றுவிப்பதும், எலெக்ட்ரான்களைக் கட்டிவந்தித் திரிய வைப்பதும் ஆகும்.

p-மெத்தில் பென்சைல் அயனியில் ஹைட்ரஜன் அணுவிற்கு அலக்கைல் தொகுதிகளைப் பதிலீடு செய்வதால், குறைபிணைப்பு அமைப்புகளின் எண்ணிக்கை குறையும். சான்றாக, எத்தில் பென்சைலுக்கு (I) இரண்டு குறை பிணைப்பு அமைப்புகளும், ஐசோபுரோப்பைல் பென்சைல் (II) அயனிக்கு ஒரு குறைபிணைவு அமைப்பும், t-பியூட்டைல் பென்சைல் அயனிக்கு (III) குறைபிணைப்பு அமைப்பின்றியும் இருக்கும்.



## குறை பிணைப்பின் விளைவுகள்

ஹைட்ரஜனேற்ற ஆற்றல். ஒரே வகை அமைப்புடைய பல சேர்மங்களில் குறைவான ஹைட்ரஜனேற்ற ஆற்றலைக் கொண்ட அமைப்பே கூடுதல் நிலைப்புத் தன்மையுடையது. சான்றாக, 2-பென்டைன் ( $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ), 1-பென்டைன் ( $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ) ஆகியவற்றின் ஹைட்ரஜனேற்ற ஆற்றல் முறையே 117.2:125.8 கி.ஜீ./மோல் ஆகும். ஆற்றல் வேறுபாடு ( $125.8 - 117.2$ ) = 9.6 கி.ஜீ./மோல், 2-பென்டைன் மற்றதைவிடக் கூடுதல் நிலைப்புடையதாக் குகிறது. ஏனெனில், 2-பென்டைனில் ஆறு குறை பிணைப்புகள் உள்ளன. ஆனால் 1-பென்டைனில் மூன்று குறை பிணைப்பு அமைப்புகளே உண்டு. குறை பிணைப்பிற்கு உதவும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் குறியிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பிணைப்பு நீளம். குறை பிணைப்பு, உடனிகைவைப் போன்ற பிணைப்பு நீளத்தைப் பாதிக்கிறது. ஏனெனில் குறைப்பிணைப்பின்போது, இரட்டைப் பிணைப்பு சிறிதளவு ஒற்றைப் பிணைப்புப் பண்பையும், இரட்டைப் பிணைப்புப் பண்பையும் கொண்டுள்ளது. சான்றாக, புரோப்பீனில் C - C இல் பிணைப்பு நீளம் 1.488 Å; C = C இன் பிணைப்பு நீளம் 1.353 Å, ஆனால் பல சேர்மங்களில் C - C மற்றும் C = C பிணைப்பு நீளம் முறையே 1.543 Å, 1.334 Å ஆகும். எனவே, குறை பிணைப்பு, பிணைப்பு நீளத்தைப் பாதிக்கிறது.

பி. இராமமூர்த்தி

துணைநூல். Jerry March, *Advanced Organic Chemistry*, Second Edition, McGraw - Hill Inc Ltd, Tokyo, 1984.

## புத்தகப் பேன்

இது சோக்காபட்டிரா வரிசையைச் சார்ந்தது. இது 3 - 6 மி.மீ. நீளமுடைய இறக்கையுள்ள அல்லது இறக்கையற்ற சிறிய பூச்சியாகும். புத்தகங்களிலுள்ள பசையை உண்டு வாழ்வதால் இது புத்தகப் பேன் (book louse) எனப் பெயர் பெற்றது. அழகிய விலங்கினம், தாவரம், மரக்கிளை, பறவைக்கூடு, வைக்கோல், பூசணக் காளான் போன்றவற்றிலும் இது காணப்படுகிறது. இதன் பல இனங்கள் கூட்டமாக மரக் கிளைகளில் வாழ்கின்றன.

மெல்லிய உடலுடைய புத்தகப்பேனின் தோல் போதுமான அளவு கிளிரிடோஸ்ட்களால் (selotrotised)

ஆனது. இதன் தலை பெரியதாக இரு பெரிய கூட்டுக் கண்களை உடையது. தலையில் நீண்ட இழைபோன்ற உணர் கொம்புகள் உள்ளன. தலை 13 கண்டங்களை உடையது. இறக்கை உடைய பூச்சிகளில் மட்டும் மூன்று சிறிய கண்கள் இருக்கும். வாயுறுப்புகள் உணவைக் கடித்து உண்பதற்கேற்ப அமைந்துள்ளன. வெட்டும் தாடைகள் பெரியனவாகவும் உறுதியுடைனவாகவும் இருக்கும். இதன் பின்கடைவாய் பகுதி விரிவுற்றும், வெட்டும் பகுதி பற்களைப் பெற்றும் இருக்கும்.

இறக்கை உடையவற்றில் மார்பின் முன்மார்புக் கண்டம் சுருங்கித் தலையாலும் இடை மார்புக் கண்டத்தாலும் (mesothorax) மறைக்கப்பட்டிருக்கும். இறக்கையற்றவற்றில் முன்மார்புக் கண்டம் பெரியதாக இருக்கும். இறக்கைகள் சவ்வு போன்று தெளிவான நரம்பமைப்புடன் இருக்கும். முன் இறக்கைகள் பின்னுள்ளவற்றை விடப் பெரியனவாகவும், குறை நரம்புடையனவாகவும் இருக்கும். இளைப்பாறும்போது இறக்கைகள் உடலின் மீது படிந்திருக்கும். கால்கள் ஒடுவதற்கேற்ப அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. கோக்சா (coxa) பெரியது. பல சிறப்பினங்களில் பின் கோக்சாவில் 'பியர்மன் உறுப்பு' (pearman's organ) உள்ளது. இது ஒளி உறுப்பாகக் கருதப்படுகிறது. பின் டார்ஸஸில் இரண்டு நகங்களும் நகத்திடைத் திண்டும் உள்ளன. வயிறு பீப்பாய் போன்ற அமைப்புடன் ஒன்பது கண்டங்கள் கொண்டது. மலவாயின் மேலும் பக்கவாட்டிலும் மேல் மலத்தகடு, பக்க

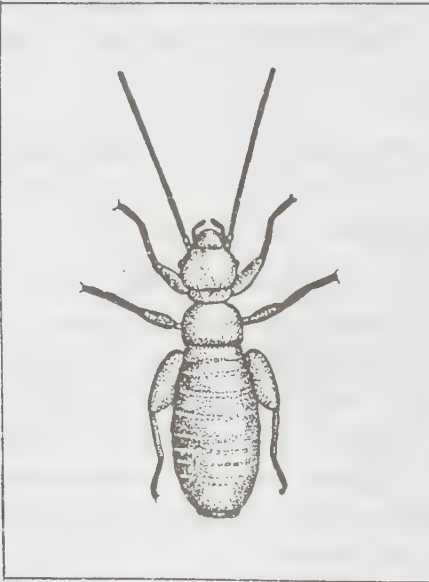
மலத்தகடுகள் உண்டு. எட்டாம் கீழ்த்தகடு சிறிய முட்டையிடும் பகுதியை ஓரளவு மறைத்திருக்கும். இதில் 3 இணை தடுப்பிதழ்கள் உள்ளன. ஆண் பூச்சிகளில் பெரிய 9ஆம் ஸ்டர்னம் (sternum) இணைப்பக்கக் கோல்களையும் புணர்ச்சி உறுப்பையும் மறைத்திருக்கும்.

செரிமானத் தொகுப்பில் முன் உணவுக்குழல் நீண்டும், நடுக்குழல் வளைந்து 'U' வடிவிலும் இருக்கும். பின்குடலில் ஆறு மலக்குடல் அரும்புகளும், நான்கு மால்பீஜியன் குழல்களும், இணையான இரண்டு கீழ் உதட்டுச் சுரப்பிகளும் உண்டு. மேற்புறமுள்ள முதல் இணைச்சுரப்பிகள் பட்டு நூலைச் சுரக்கின்றன. இந்நூல் கூடு பின்னப் பயன்படும். இரண்டாம் இணைச்சுரப்பி உமிழ்நீரைச் சுரக்கும்.

சுவாச மண்டலத்தில் இரண்டு இணை மார்புச் சுவாசத்துளைகளும் 7 அல்லது 8 இணைவயிற்றுச் சுவாசத்துளைகளும் இருக்கும். கழிவு நீக்கத்திற்கு நான்கு மால்பீஜியன் நுண்குழல்கள் பயன்படுகின்றன. செறிந்துள்ள நரம்பு மண்டலத்தில் மூளை தவிர முன் உணவுக் குழலில் நான்கு நரம்பணுத்திரள்கள் இருக்கும். பின்னுள்ள மூன்றில் முதல் முன்மார்பில் நரம்பணுத் திரள்களும் இடை, கடை மார்புக் கண்டங்களுக்குரிய நரம்பணுத் திரள்களும் இணைந்திருக்கும். ஒரு வயிற்றுக் கண்ட நரம்பணுத் திரள் மட்டும் மார்புப் பகுதியில் இருக்கும். இணைப்பு வடங்கள் மிகக் குறுகி இணையாக இருக்கும்.

எளிய அமைப்புடைய பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஒவ்வொரு சூல் சுரப்பியிலும் 3 - 5 சூல்பைகள் இருக்கும். கோள வடிவ விந்து கொள்பை இனப்பெருக்க புழையுள் திறக்கும். ஆண் இனப்பெருக்கத் தொகுதியில் பேரிக்காய் வடிவ இணைவிந்துச் சுரப்பிகள் மூன்று மடல்களைக் கொண்டிருக்கும். விந்துச் சேகரிப்புப் பையில் இரண்டு அறைகள் உண்டு. இது விந்தை உருவாக்கும் பொருளைச் சுரக்கிறது. மரக்கிளைகளில் தனியாகவோ கூட்டமாகவோ இடப்படும் முட்டைகள் பொதுவாகப் பட்டுக்கூட்டில் பாதுகாப்பாக இருக்கும். சில இனங்கள் குட்டிப் போடுபவை. இவற்றில் முழுமை பெறாத வளர் உருமாற்றம் நடைபெறுகிறது. இது ஆறு இளம்பூர்ப் பருவங்களைக் கொண்டது. இளம்பூர்ப் சிறியதாய் முதிர்வுவிரியைப் போன்று இருந்தாலும் இறக்கையின்மையாலும் குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய உணர் கொம்புகளாலும் வேறுபடும்.

கு. சம்பத்



புத்தகப் பேன் (book louse)



## புத்துயிர் ஊழி

உலகம் தோன்றியது முதல் இன்று வரையுள்ள புவியமைப்பில் வரலாறு நான்கு ஊழிகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை எரிய அமைப்புள்ள விலங்குகளின் ஊழி, தொடக்ககால விலங்குகளின் ஊழி, இடைக்கால விலங்குகளின் ஊழி, அண்மக்கால விலங்குகளின் ஊழி அல்லது புத்துயிர் ஊழி என்பனவாகும். அண்மைக்கால விலங்குகளின் ஊழி என்பது 75 மில்லியன் ஆண்டுகள் முதல் இன்று வரை தொடர்ந்து வருவதாகும். இதில் 75 மில்லியன் ஆண்டுகளின் முன்பிருந்து 1 மில்லியன் ஆண்டு வரையுள்ள 74 மில்லியன் ஆண்டுகளை மூன்றாம் கால வட்டம் (tertiary period) என்றும், ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளிலிருந்து இன்று வரையுள்ள காலத்தை நான்காம் காலவட்டம் (quaternary period) என்றும் கூறுகின்றனர். ஒவ்வொரு கால வட்டத்திலும் பல காலங்கள் அல்லது பருவங்கள் (epochi) உள்ளன. பாலியோசின், இயோசின், ஆலிகோசின், மையோசின், பிளியோசின், பிளீஸ்டோசின், புத்துயிர் ஊழி ஆகிய கால வகைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை.

### பாலியோசின் காலம் (paleocene epochi).

இக்காலம் 0.5 கோடி ஆண்டுகள் புவியில் நிலவியது. இக்காலத்தில் மலைகள் அரிப்புக்குள்ளாகித் தேயத் தொடங்கின. புவியின் வெப்பம் சிறிதளவு உயர்ந்தது. இந்தக் காலத்தில்தான் தற்காலத்தில் வாழும் முதுகெலும்பற்றவை பெரும்பான்மையாகத் தோன்றின. பவளங்கள் வெப்ப நாட்டுக் கடலிலும் அதைச் சார்ந்த அண்மை நாட்டுக் கடலிலும் வாழ்ந்தன. பின்னர், பல வகைப் பழுக்களின் படிமலர்ச்சி ஏற்பட்டது. இன்றைய பாலூட்டிகளின் மூதாதையினமும் இக்காலத்திலேயே தோன்றியது.

இயோசின் காலம். கிரிட்டேசியஸ் காலத்தின் முடிவில், அதாவது ஆறு கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தென்னிந்தியா, ஆர்க்டிக் நிலப்பரப்பு, ஸ்காட்லாந்து, அயர்லாந்து போன்ற இடங்களில் எரிமலைப் பாறைக்குழம்புபல முறை உமிழப்பட்டதுடன் செனமோனியன் கடல் கோலோச்சமும் நீங்கியது. இதன் காரணமாக, கடல் பின்னோக்கிச் சென்றமையால் புதிய நிலப்பரப்புகள் தோன்றின. உலகில் பல இடங்களில் கடலுக்கு அடியில் இருந்த நிலப்பரப்புகள் உயர்ந்த மலைகளாயின. சில இடங்களில், நிலப்பரப்புக்கள் கடலால் கொள்ளப்பட்டு, ஆழமற்ற கடல்கள் தோன்றின. இன்று இமயமலை உள்ள பகுதியில் டெஜீஸ் என்னும் குறுகிய, ஆழமான கடல் ஐரோப்பாவின் தென் பகுதியிலிருந்து, கிழக்கிந்தியத் தீவுகள் வரை நீண்டிருந்தது.

இக்காலத்தில் நிலப்பரப்பு, கடல் ஆகியவற்றில் அமைப்பிலும், பரப்பிலும், விலங்குகளிடையேயும் பெரும் மாற்றம் காணப்பட்டமையால் இக்காலம் 'கிரிட்டேசியஸ்' காலத்தினின்றும் வேறுப்பட்டதாகக் கருதப்படுகிறது. மேலும் இக்காலத்தில் வெப்ப மண்டல, மித வெப்ப மண்டலத் தாவரங்கள் செழிப்பாக வளர்ந்தன. இலையுதிர் மரங்கள், ஊசியிலை மரங்கள், தேக்கு மரங்களை ஒத்த அகன்ற இலைகளுடைய மரங்கள் விளைந்தன.

தட்டையான சுருளினை உடைய நுமமுலைட்ஸ் எனும் நுண்ணுயிரினம் பல்கிப் பெருகி வளர்ந்தது. செரிதியம், சைப்பிரியா, வல்யூட்டா, முயூரெக்ஸ் போன்ற சங்குப் பூச்சிகள் பெரும் அளவில் உண்டாயின. சுக்லோடான்ஸ் என்னும் திமிங்கில இனம் தோன்றியது. பாலூட்டிகளான ஒட்டகம், பன்றி, குதிரை, எலி, குரங்கு போன்றவை காணப்பட்டன. ஏரி, நதிகளில் முதலைகளும், ஆமைகளும் காணப்பட்டன. இராட்சச உயிரினங்கள் அனைத்தும் அழிந்துவிட்டன. தற்காலப் பறவைகளின் மூதாதையினம் தோன்றியது.

### ஆலிகோசின் காலம் (oligocene epochi).

2½ கோடி ஆண்டுகள் நிலவிய இயோசின் காலத்தை அடுத்து 1.8 கோடி ஆண்டுகளைக் கொண்ட ஒலிகோசின் காலம் தொடர்ந்தது. இக்காலத்தில் வெப்பநிலை வெதுவெதுப்பாக இருந்தமையால் முதலை, குளிர்ப் பருவங்களில் வளரும் தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டது. தற்காலத்தில் காணப்படும் சங்குப் பூச்சிகளும், கடல் நண்டுகளும், பரந்த புல்வெளிகளிலும் சதுப்பு நிலக்காடுகளிலும் தோன்றின. இச்சதுப்பு நிலங்களே பின்னர் பழுப்பு நிலக்கரிப் படிவுகள் தோன்றக் காரணமாயிருந்தன. நெய்வேலியில் கிடைக்கும் பழுப்பு நிலக்கரியும் இவ்விதமாகத் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது.

பலவிதமான பூச்சிகளும், பறவைகளும் நன்னீரில் வாழும் பாம்புகளும் பாலூட்டிகளும், 'பிரைமேட்ஸ்' இனமும் சிறந்து வளர்ந்தன. குட்டையான துதிக்கையும் தந்தமும் கொண்ட யானை, ஒட்டகம், மூன்று குளம்புகள் கொண்ட குதிரையினம் போன்றவை மேலும் படிமலர்ச்சி வளர்ச்சி பெற்று வாழ்ந்தன. பூனை, கரடி, நாய் ஆகியவற்றின் மூதாதை இனங்கள் இக்காலத்தில் தோன்றி வாழ்ந்து வந்தன. ஆப்பிரிக்கப் பகுதியில் கிப்பன்ஸ் இனத்தை ஒத்த பிரைமேட்ஸ் இனம் வாழ்ந்து வந்தது. இவ்வினம் மனித குரங்கிற்கும், மனித இனத்திற்கும்

மூதாதையராகக் கருதப்படுகிறது. மேலும் இக்காலத்தில் ஆமை, முதலை ஆகியன பெருகிக் காணப்பட்டன.

**மையோசின் காலம்.** இக்காலம் ஏறத்தாழ 1.4 கோடி ஆண்டுகளைக் கொண்டது. இக்காலத்தில் தான் இமயமலை முழு அளவில் தோன்றியது. ஆல்ப்ஸ் மலையும் முழு வளர்ச்சி பெற்றது இக்காலத்தில்தான். மிகவும் வலிமைமிக்க நில அசைவுகள் பல ஏற்பட்டன. இதன் காரணமாக டெதிஸ் கடற்படிவுகள் அனைத்தும் அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டு, மடிக்கப்பட்டும், கசக்கப்பட்டும் மலைத்தொடர்களாக உயர்த்தப்பட்டன. இதே வேளையில் சில எரிமலைகளும் அவ்வப்போது எரிமலைக்குழம்புகளை உமிழ்ந்தன. கடற்பரப்புகளில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் பல மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. டெதிஸ் கடல் மிகவும் குறுக்கப்பட்டது.

இமயமலை, ஆல்ப்ஸ் மலை தோற்றம் காரணமாகப் பருவ நிலைகளில் பெரும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. மிதமான வெப்பநிலையே நீடித்தது. பசுந்தழைக் காடுகள் அனைத்தும் அருகில் காணப்பட்டன. பீடபூமியிலும், மலைச்சாரலிலும் புல்வெளிகள் பெருமளவில் பரவின. கடலில் நுழைந்த இனம் அழியத் தொடங்கியது. சுண்ணப் பாறைகளைத் தோற்றுவிக்கும் ஆல்காக்கள் பல்கிப் பெருகின. ஊனுண்ணி, குளம்பு நடை விலங்கு, கொறிக்கும் விலங்கு, குதிரை, யானை, வெளவால், டால்ஃபின், திமிங்கிலம் போன்றவை காணப்பட்டன. இன்று காணப்படும் விலங்கின, தாவர இன மூதாதையர்கள் இக்காலத்தில் நன்கு வளர்ந்தன.

**பிளியோசின் காலம்.** இது 1.1 கோடி ஆண்டுகளை உள்ளடக்கியது. மையோசின் காலத்தில் தோன்றிய இமயமலை, ஆல்ப்ஸ் மலைகள் தொடர்ந்தும் வளர்ச்சி பெற்றன. சில இடங்கள் கடலால் ஆட்கொள்ளப்பட்டன. கண்டங்களும், கடல்களும் தற்போது காணப்படும் நிலைகளை அடைந்தன. பருவ நிலையிலும் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு, இன்று காணப்படும் பருவநிலைக்கு மாறின. விலங்குகளும், தாவரங்களும் படிமலர்ச்சி பெற்று தற்போதைய நிலைக்கு மாறலாயின. குதிரை இனம், யானை, ஒட்டகச் சிவங்கி, புலி, குரங்கு, மான், மறிமான் ஆகியவை சிறந்து வளர்ந்தன. பிரைமேட் இனம் நன்கு படிமலர்ச்சியுற்று வளர்ச்சியின் உச்சக்கட்டத்தை அடைந்தது.

**பிளீஸ்டோசீன் காலம்.** பிளியோசின் காலத்தைத் தொடர்ந்த காலத்தை பிளீஸ்டோசீன் காலம் எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். இக்காலம் ஏறக்குறைய 10 லட்சம்

ஆண்டுகளை உள்ளடக்கியது. இக்காலத்தின் இறுதியில் ஏறக்குறைய 3 லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் ஒரு பனிபடர் ஊழி தோன்றியது. ஐந்து பனிபடர் ஊழிகளும் ஐந்து பனிபடர் இடைவெளிக் காலங்களும் இக்காலத்தின் இறுதியில் தோன்றின. இன்று புவியில் உள்ள காலம் ஐந்தாம் பனிபடர் இடைவெளிக் காலமேயாகும். இக்கால இறுதியில் வெப்பநிலை மிகவும் குறைந்தது. இமயமலை முகடு, வட ஐரோப்பா, வட அமெரிக்கா, ஆல்ப்ஸ், அண்டார்டிகா ஆகிய இடங்களில் பனி படர்ந்தது. இவை வடக்கிலிருந்து தெற்காகப் பரவின எனலாம். பிளீஸ்டோசீன் காலத் தொடக்கத்தில் எரிமலை இயக்கமும், பள்ளத்தாக்குகளும் உண்டாயின. துருவப்பகுதியில் பனி தோன்றியதால், இங்கு வாழ்ந்த உயிரினங்கள் தடித்த தோலையும், சடை முடியையும் பெற்றுக் குளிர் தாங்கும் திறனைப் பெற்றன. இவ்வித வளர்ச்சி சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு தோன்றியதெனலாம். இக்காலத்தில் யானை, குதிரை, எருது போன்றவை ஏறக்குறைய முழுமையான படிமலர்ச்சியைப் பெற்றன. மையோசீன் கால இறுதி அல்லது பிளியோசீன் காலத் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்த ஒரோபிதிசஸ் தரையில் வாழ்ந்த மனிதக் குரங்கினத்தின் வகையாகும். இதிலிருந்து மனிதனை ஒத்த ஆஸ்ட்ரோலோபிதிசஸ், பிளீஸ்டோசீன் காலத்தில் ஆப்பிரிக்காவில் தோன்றியது எனலாம். மனிதன் வேறு இனத்தையோ வேறு வகுப்பையோ சார்ந்தனவாயினும் பிளீஸ்டோசீன் கால இறுதியில் தோன்றினான் எனலாம்.

பிளீஸ்டோசீன் காலத்தில் தான் மனிதன் முதலாவதாக எதையும் பற்றிக் கொள்ளும் பாதங்கள் அல்லது நன்கு நடப்பதற்கு ஏற்ற பாதங்கள் அதில் சிறிய விரல்கள், குதிகால் போன்றவற்றைப் பெற்றான். மூளைப் பகுதி விரிவடைந்து பெரியதாக அமைந்திருந்தது. இடுப்புப்பகுதி உடலின் எடையைத் தாங்கக் கூடியதாகவும், திரும்பக் கூடியதாகவும், நேராக நிற்பதற்கு ஏற்பவும் அமைந்திருந்தது. பிரைமேட்ஸ் இனம் மேலும் படிமலர்ச்சி பெற்று மனித இனம் தோன்றக் காரணமாக இருந்தது.

**புத்துயிர் ஊழி.** பிளீஸ்டோசீன் காலப் பனிபடர் ஊழி முடிந்ததும், புத்துயிர் ஊழி தொடங்கியது. இக்காலம் கி.மு. 8000ஆம் ஆண்டிலிருந்து தொடங்குவதாகக் கருதப்படுகிறது. ஐரோப்பா, வட ஆப்பிரிக்கா, மையக் கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா போன்ற கண்டங்களில் காடுகள் செறிந்து காணப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. புதிய புல்வகைகளும், தாவரங்களும் செழித்துக் காணப்படுகின்றன. மேலும் இக்காலத்தில் மனித இனம் முழுப் படிமலர்ச்சி பெற்று நாகரீக வாழ்க்கை வாழத் தொடங்கியது என்பது



குறிப்பிடத்தக்கது. ஹோமோசேப்பியன் (homosapien's) என்னும் நாகரீக முதிர்ச்சியடைந்த மனித இனம் இக்காலத்தில் காணப்படுகிறது. மனித இனம் ஏனைய அனைத்து விலங்கினங்களை விட சிறப்பாகவும், பிற விலங்குகளைக் கட்டுப்படுத்தி ஆளும் நிலையிலும் உள்ளது. எனவே இக்காலத்தை மனிதயுகம் என்பர்.

இரா. ஜேம்ஸ்

## புதர்ச் சுண்டை

இசுன் தாவரப் பெயர் சொலானம் ஜைஜான்டியம் (Solanum giganteum) ஆகும். இது சொலனேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதனைச் சாம்பல் கிளுரை என்றும் குறிப்பிடுவர். இது மஹாராஷ்டிரத்தின் மேற்குமலைப் பகுதியிலும் தென்னிந்திய மலைப்பகுதியிலும் வளர்ந்திருக்கும். இது

முள்ளுள்ள புதர்ச்செடி. தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் இதனை மிகுதியாகக் காணலாம். கேரள மாநிலத்தில் ஏலச்செடிக்கு நிழல்தர இதனை வளர்ப்பதுண்டு.

**வளரியல்பு.** இது நேராக வளரும் தாவரம். இதன் மென்தண்டு தடிப்பானது. இலைகள் முழுமையாகவும், நீள் சதுரமாகவும் இருக்கும். இவை நுனி ஆப்பு வடிவாக இருக்கும். இலை விளிம்பு, அலை போன்றது. பூக்கள் இள நிறமானவை. மலர்கள் சைம் மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கின்றன. செடி நுனியில் தோன்றும் கனிகள் முடியற்றவை. செந் நிறமானவை.

**பயன்.** ஆப்பிரிக்க நாட்டில் புண்ணைக் குணப்படுத்த இதன் இலைகளைச் சிதைத்து வைத்து கட்டுவர். இந்நோயைக் குணமாக்க இலைச் சாற்றிலிருந்து மருந்து தயாரித்துப் பயன்படுத்துவதுமுண்டு. கனி தொண்டையில் உண்டாகும் கட்டிகளைக் குணமாக்குகிறது. இலையிலும் கனியிலும் வேதிப்பொருள்கள் உள்ளன.



தாவரப் பெயர் சொலானம் ஜைஜான்டியம்

## புதர்வான் கோழி

இது கலிபார்மிஸ் வரிசையில் உள்ள மேகபொடி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பறவையாகும். புதர்வான் கோழி (brush turkey) ஓரளவு வான்கோழியை ஒத்திருப்பினும், இதன் பழக்க வழக்கங்கள் முற்றிலும் வேறானவை. மலேசியா முதல் ஆஸ்திரேலியா வரை உள்ள வெப்ப நாட்டுப் பகுதிகளில் மட்டும் காணப்படும் இது முட்டைகளை அடைக்காப்பதையோ குஞ்சுகளைப் பேணுவதையோ மேற்கொள்வதில்லை. இவ்வகையில் இது பறவை இனங்களுள் தனித் தன்மை வாய்ந்த சிறப்புக்கு உரியதாகக் கருதப்படுகிறது.

உறுதியான கால்களைப் பெற்றுள்ளது. தரையில் பெரிய குழியினைப் பறித்து சுற்றுப்புறத்தில் உதிர்ந்து கிடக்கும் இழைத்தழைகளைத் திரட்டி அக்குழியில் நிரப்பி மேடாக்கிப் பின் அந்த மேட்டை மண்ணைக் கொண்டு மூடி அந்த இலைதழைகள் மக்கி வெப்பமுடையதாக ஆகும்படிச் செய்கிறது. இந்த மேடு ஏறத்தாழ 1 மீ. உயரமும் 4மீ. குறுக்களவும் பெற்றிருக்கும். இதில் பொந்தாகக் குழி பறித்து அதனுள் பெண்

பறவை நாளொன்றுக்கு ஒரு முட்டை வீதம் 5-8 முட்டைகள் இடும். ஆண் பறவை இந்த மேட்டின் வெப்பம் சரியான அளவில் இருக்கிறதா என்பதனைச் சரிபார்த்து ஒழுங்கு செய்தபடி இருக்கும். இவ்வாறு சரிபார்க்க இது தன் அலகையே வெப்ப அளவியாகப் பயன்படுத்துகிறது. மேட்டில் வெப்பம் போதவில்லையாயின் மேலும் மண்ணைக் கிளறி மேட்டை மூடும். வெப்பம் மிகுந்து இருப்பின் மண்ணைக் நீக்கி வெப்பத்தைக் குறைக்கவும் செய்யும்.

எட்டு அல்லது ஒன்பது வாரங்களுக்குப் பின் பெற்றோரின் உதவியின்றி முட்டையிலிருந்து வெளிப்படும் குஞ்சுகள் உடனே பறந்து செல்லும். தாமே இரை தேடிக் கொள்வதோடு இவை பெற்றோர்களுடன் எத்தகைய உறவும் வைத்துக் கொள்வதில்லை.

புதர்வான் கோழி சற்றே உடல் எடை மிகுந்த பறவையாகையால் பறப்பதில் நாட்டம் செலுத்துவதில்லை. காடுகளிடையே தரையில் திரிந்தே இரைதேடும். உதிர்ந்த கனி, விதை ஆகியவற்றையே உணவாகக் கொள்கிறது.



புதர்வான்கோழி

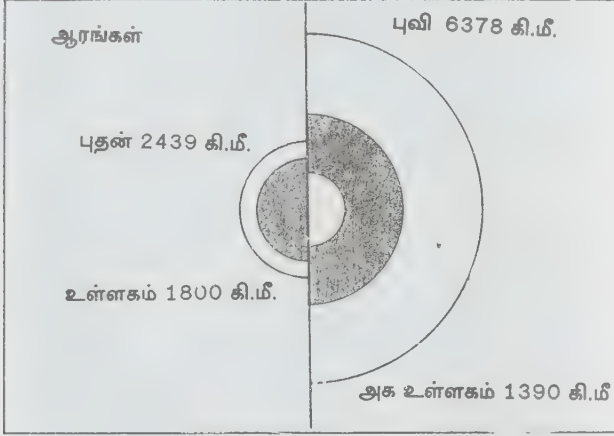


## புதர்வேலித் தாவரம்

காண்க: வேலித் தாவரம்

### புதன்

இது சூரியக் குடும்பத்தில் சூரியனுக்கு மிக அண்மையில் உள்ள கோள் ஆகும். புதன் (mercury) மற்றக் கோள்களை விட மிக வேகமாகச் சூரியனை சுற்றி வருகிறது. இதன் நீள்வட்டப்



படம் 1. புதன் மற்றும் புவி ஆகியவற்றின் தோற்ற ஒப்பீடுகள்



படம் 2. புதனின் காந்தப்புலமும் காந்தக் கோளமும்

பாதையின் குவிமையப் பிறழ்வு 0.24 வானியல் அலகு ஆகும். மற்றக் கோள்களை விடப் புதனின் பிறழ்வு மிகுதி. எனவே இதன் அண்மை நிலையிலும் சேய்மை நிலையிலும் தோற்ற வேறுபாடும், வெப்ப வேறுபாடும் மிகுந்துள்ளன. இக்கோளின் விட்டம் 4878 கி.மீ. ஆகும். இது சூரியனுக்கு மிக அண்மையில் உள்ளமையால் விடிகாலையிலோ மாலையிலோ சிறிது நேரம் காண முடியும்.

இதற்குத் துணைகோள் ஏதும் இல்லை. புதனின் அச்சச் சுழற்சியின் (axial rotation) காலமும் சூரியனைச் சுற்றிவரும் வட்டப்பாதைச் சுழற்சியின் (orbital rotation) காலமும் சமமாக (88 நாள்கள்) உள்ளன. இவ்விரு சுழற்சிக் காலங்கள் சமமாக அமைவதால் சந்திரனைப் போலவே புதனின் ஒரு பாதி மட்டுமே புவியை நோக்கியும் மற்றப் பாதி சூரியனை நோக்கியும் இருக்கும். சூரியனை நோக்கியுள்ள பகுதி எப்போதும் வெப்பமாகவும் ஒளி பெற்றும் காணப்படும். எதிர்ப்பக்கம் எப்போதும் குளிராகவும் இருளாகவும் காணப்படும்.

1965 இல் ரேடார் எதிரொலியைக் கொண்டு செய்த ஆய்வு முடிவின் படி, புதனின் சுற்றுக்காலம் ஏறத்தாழ 59 நாள்கள் எனக் கண்டறியப்பட்டது. சூரியனுடனான பருவநிலை இடையீடு (tidal interaction) இரண்டு வட்டப்பாதை சுழற்சிக்காலத்தை (orbital periods) அதற்குச் சமமான மூன்று அச்சச் சுழற்சியாக மாற்றுகிறது. இவ்விளைவு, தற்சுழற்சி-வட்டப்பாதைப் பிணைப்பு (spin-orbit coupling) எனப்படும். மாரீனர் -10 விண்கல் மூலம் ஆய்வு

மேற்கொண்டதன் பயனாக இக்கோள் பற்றிய பல தரவுகள் பெறப்பட்டன.

அட்டவணை: புதன் - புவி ஒப்பீட்டுத் தரவுகள்

	புதன்	புவி
நடுக்கோட்டு விட்டம் (கி.மீ.)	4878	12756
அச்சச் சுழற்சியின் மீள்வழிக்		
காலவட்டம் (Sideral period of		
axial rotation)	58.65நா	23ம56நி04நொ
வட்டப்பாதைச் சாய்வு	0°	23°.27'
அடர்த்தி (கி.கி/ மீ <sup>3</sup> )	5500	5517
நிறை (புவி=1)	0.055	1.000
புறப்பரப்பு ஈர்ப்பு(புவி=1)	0.38	1.00
தப்பிக்கும் திசைவேகம் (கி.மீ/ நொ) 4.3		11.2
எதிரொளிப்புத் திறன் (albedo)	0.06	0.36
சராசரி சூரியன் - புதன் தொலைவு	0.3870987	

வானியல் அலகு

உள்ளகமும் காந்தப்புலமும். புவியைத் தவிர்த்த ஏனைய கோள்களில் புதனின் அடர்த்தி மிகுதியாகும். இதற்குக் காரணம் மிகுதியான இரும்பு - நிக்கல் (Fe-Ni) உள்ளகமேயாகும். இச்சிறிய கோளின் நிறையில் 80% இரும்பும் நிக்கலும் உள்ளன. (படம் 1) புதனின் உள்ளகம் பாய்ம நிலையில் இருப்பதாகவும் மாரீனர்-10 விண்கலத்திலிருந்து பெறப்பட்ட ஆய்வுக் குறிப்புகள் குறிப்பிடுகின்றன. புதனின் காந்தப் புல வலிமை புவியை விடக் குறைவாகும். சூரியக் காற்றின் (solar wind) விளைவாகப் புதனின் காந்தப்புல கோடுகள் புறப்பரப்பிலிருந்து 2000 கி.மீ. வரை பரவியுள்ளன (படம் 2). இக்கோளின் சரியான காந்த அச்ச (magnetic axis) கண்டறியப்படவில்லை. தோராயமாகக் காந்த அச்ச, தற்சுழற்சி அச்சின் வழியாகச் செல்லலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. இவ்வச்சு வட்டப்பாதைத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செல்கிறது.

வளி மண்டலமும் புறப்பரப்பு வெப்ப நிலையும். புதனின் வளிமண்டலத்தில் ஹீலியம் அணுக்கள் உள்ளனவாகவும், இத்தகைய அணுக்கள் சூரியக் காற்றிலிருந்து



படம் 3. புதனின் ஒளிப்படம்

200 கி.மீ. விட்டமுள்ள பெரிய எதிர்மின் வீழ் குழிவுகள் காணப்படுகின்றன.

உள்ளேற்கப்படுவனவாகவும் கருதப்படுகிறது. சூரியனை நோக்கியுள்ள பகுதியில் 700K வெப்பநிலையும் இருண்ட பகுதியில் 100K வெப்பநிலையும் உள்ளனவெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. வட்டப்பாதைப் பிணைப்பின் (orbital coupling) காரணமாக 0° அல்லது 180° நெட்டாங்கில் (longitude) சூரிய அண்மையிலும் (perihelion), 90° அல்லது 270° நெட்டாங்கில் சூரியச் சேய்மையிலும் (aphelion) காணப்படும்.

புறப்பரப்பு. மாரீனர்-10 விண்கலம் அனுப்பிய ஒளிப் படலங்களிலிருந்து புதனில் பல பெரிய எரிமீன் வீழ் குழிவுகள் (craters) உள்ளமை கண்டறியப்பட்டுள்ளது. புவியின் சந்திரனிலுள்ளதைப் போலவே புதனும் பாறைகளையும், மலைகளையும், பள்ளங்களையும் கொண்டுள்ளது. இதிலுள்ள





படம் 4. புதனின் பெரிய களோரீஸ் குழிவு  
பள்ளத்தின் ஒரு பகுதி



படம் 5. மாரீனர்-10, விண்கலம் எடுத்த ஒளிப்  
படம் புதனின் புறப்பரப்பின் ஒரு பகுதி

அமைகின்றன. இருதக் குழிவு பள்ளங்களில் பல எரிமீன் வீழ் குழிகள் உள்ளன. எதிர்ப் பக்கத்திலிருந்து களோரீஸ் குழிவு பள்ளங்கள் வரையுள்ள பகுதிகள் உருவாகியுள்ள விதத்தைக் தெளிவாக விவரிக்க முடியவில்லை. இந்தப் பகுதிகள் புதனின் மறுபக்கத்தில் களோரீஸ் தாக்கத்தால் (caloris impact) ஏற்படும் நடுக்க ஆற்றலால் (seismic energy) ஏற்பட்டிருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

பல்வேறு வகையிலும் புதன், சந்திரனை ஒத்தே காணப்படுகிறது. சந்திரன், செவ்வாய் ஆகியவற்றில் எரிமீன்கள் தாக்கி எவ்வாறு குழிவுகள் ஏற்பட்டனவோ அதே போலப் புதனிலும் காணப்படுகின்றன. எரிமீன் வீழ் குழிவுகளின் எண்ணிக்கை (crater density counts) புதனில் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

பெ. துரைசாமி

ஆழமான குழிவுகளின் விட்டங்கள் 20 - 50 கி.மீ. இருக்கும். இக் குழிவுகள் தட்டையான பரப்பளவைப் (flatter area) பெற்றுள்ளமையால் உள்ளார்ந்த எரிமீன் வீழ் குழிச் சமவெளிகள் (inter crater plains) எனப்படும். பிரித்தறிய முடியாத சிறப்புப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளமையால் உள்ளார்ந்த எரிமீன் வீழ் குழிவுகள் சிதைந்து காணப்படுகின்றன. நேர் குத்து சரிவுகள் (scarps) எனப்படும் இவை 3கி.மீ. உயரமும் 100 கி.மீ. புறப்பரப்பும் கொண்டிருக்கின்றன.

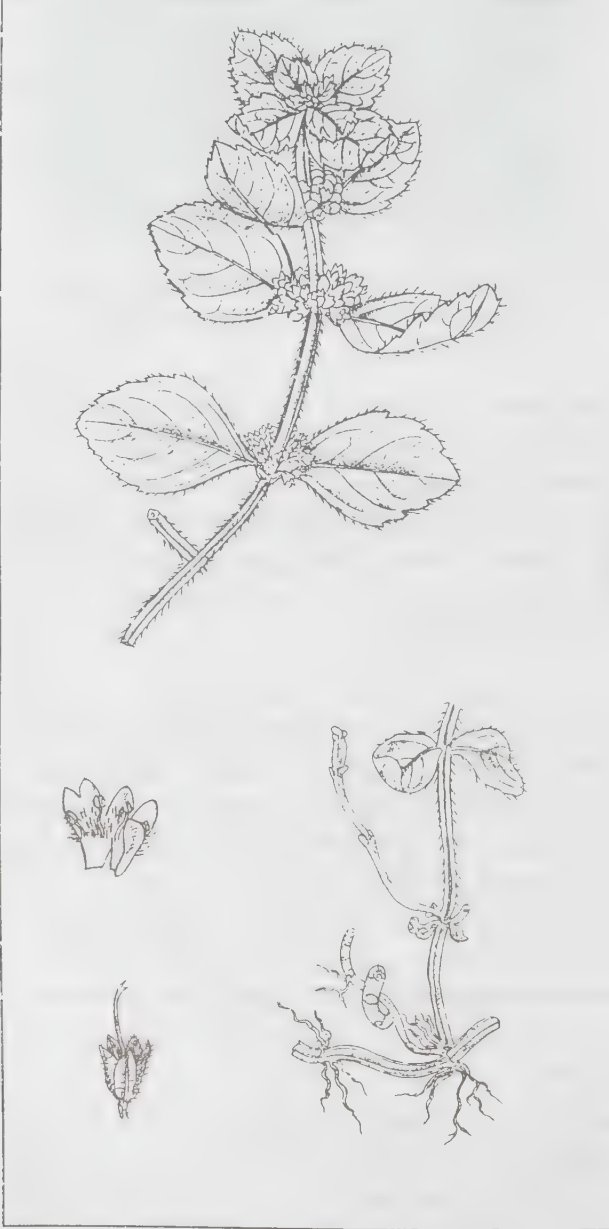
இந்த நேர்குத்துச் சரிவுகள் சந்திரனில் காணப்படுவதில்லை. குறைந்த விட்டங்களைக் கொண்ட மைய உச்சிகளும் (central peaks) உச்சி வளையங்களும் (peak rings) செவ்வாய்க் கோளில் உள்ளவாறே புதனிலும் உள்ளன. இவை சமமான புறப்பரப்பு ஈர்ப்பு விசையைப் (surface gravity) பெற்றிருக்கின்றன

பல வளையங்களைக் கொண்டு குழிவுப் பள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன. மேலும் பெரிய களோரீஸ் குழிவு பள்ளங்கள் (caloris basin) சந்திரனில் உள்ளவாறே

## புதினா

இதைப் பொதினா, புதினாமூலி, புதினாக் கீரை, ஈயெச்சக் கீரை, ஒடுதலம்பாசி என்றும் கூறுவதுண்டு. புதினாவின் தாவரவியல் பெயர் மெந்தா ஆர்வென்சிஸ் (Mentha arvensis) ஆகும். இது லேபியேட்டேக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. நறுமணக் கீரைகளில் புதினா சிறப்பிடம் பெறுகிறது. புதினா தொன்றுதொட்டு வீட்டுத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படும் கீரைவகைகளுள் ஒன்றாகவே இருந்து வருகிறது. எகிப்தியக் கல்லறைகளிலும் சீன வரலாற்று

நூல்களிலும் இதைப் பற்றிக் குறிப்புகள் உள்ளன. ஜப்பான், பிரேசில், ஃபார்மோசா, சீனா, இந்தியா, தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் இக்கீரை காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் முதன் முதலில் ஜம்முவில் புதினா, சாகுபடி செய்யப்பட்டது. தற்போது பிரேசில் நாடு உலகிலேயே கூடுதலாகப் புதினாவை உற்பத்தி செய்கிறது.



புதினா செடியும் அதன் பகுதிகளும்

வளரியல்பு. செடி நேராக நிமிர்ந்து வளரும் தன்மையுள்ளது. செடியின் அனைத்துப் பகுதிகளும் காரமணமுள்ளவை. தண்டு 4 பக்கமுடையது. ஈட்டி அல்லது முட்டை வடிவமான இலைகள் எதிரடுக்கத்தில் தனித்தனியாக உண்டாகியிருக்கும். இச்செடி நன்கு கிளைத்து 60 - 90 செ.மீ. உயரம் வளர்கிறது. தரையில் படர்ந்து வளர்ந்து முதிர்ந்த கணுப்பகுதி தரையைத் தொடும்போது புதிய வேர்கள் தோன்றுகின்றன. இலைநுனி கூராகவோ அகலமான நீள்சதுரமாகவோ மழுங்கலாகவோ இருக்கும். இலை 5 செ.மீ. நீளத்தில் பல் போன்ற ஒரே அமைப்புடன் இருக்கும். இலைக்காம்பு சிறியது. மஞ்சரி இலைக்கோணத்தில் குடை மஞ்சரியாக (umbel) உண்டாகி இருக்கும். சிறிய பூக்கள் வெண்மையான கத்தரிப்பூ நிறமானவை. அல்லி வட்டமும், புல்லி வட்டமும் மென் முடியுடன் காணப்படும். பற்கள் புல்லி வட்டக்குழலின் பாதி நீளத்திலிருக்கும்.

சாகுபடி. புதினாச் சாகுபடிக்குக் காற்றோட்டமான மணற்பாங்கான நிலம் மிகவும் ஏற்றது. மண்ணின் அமில - கார நிலை 6 - 7 இருப்பது மிகச் சிறந்தது. இச் செடி அமில - கார நிலை 8 இருந்தால் கூட நன்கு வளரும். மணம் தரும் பல் பருவப் புதினாச் செடி சாகுபடிக்குக் குளிர் பகுதி மிகவும் ஏற்றது. ஆனால் வெப்ப, மித வெப்ப மண்டல பகுதிகளிலும் இச்செடி வளர்கிறது. சிறந்த விளைச்சலைப் பெறுவதற்குப் பயிரின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் பெய்யும் மழையும் அறுவடைக் காலத்தில் போதிய சூரிய வெளிச்சமும் தேவைப்படுகின்றன. புதினாக் கொடித் துண்டுகளையோ, வேர் விட்ட துண்டுகளையோ ஜனவரி - பிப்ரவரி மாதங்களில் ஊன்றுவதுண்டு. முந்திய ஆண்டு சாகுபடியாகிய பயிரிலிருந்து விதைக்கொடி தோந்தெடுக்கப்படுகிறது. நன்கு உழுது பண்படுத்தப்பட்ட நிலத்தில் ஹெக்டேருக்கு 50 கி.கி. B.H.C 10% தூள் மருந்தை இட்டுப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். தண்டுத் துண்டுகளை 60 - 75 செ.மீ. இடைவெளியில் அமைந்துள்ள பார்களின் அடிப்பகுதியில் ஊன்ற வேண்டும். கொடிகளை நடுமுன் நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். 10 - 12 செ.மீ. நீளமுடைய விதைத் தண்டுகளை 5 - 7 செ.மீ. ஆழத்தில் நட வேண்டும். நடுவதற்கு முன்பாக இவற்றை 0.25% தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு கரைசலில் 5 - 10 நிமிடங்கள் ஊறவைத்து நட்டால் செடிகள் நன்கு தழைக்கின்றன.

புதினாவைக் கோதுமை அல்லது உருளைக் கிழங்கு அறுவடை செய்தபின் சாகுபடி செய்யலாம். களைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஹெக்டேருக்கு 2 கி.கி. டர்பாசில் என்னும் களைக்கொல்லியை நடுவதற்கு முன் பயன்படுத்த



வேண்டும். இதனைச் சின்பார் (sinbar) என்னும் வணிகப் பெயரில் ரூபாண்ட் நிறுவனம் விற்பனை செய்கிறது. அடியுரமாக ஹெக்டேருக்கு 25 டன் தொழு உரம், 50 கி.கி. தழைச்சத்து, 75 கி.கி. மணிச்சத்து, 37 கி.கி. சாம்பல் சத்து இடப்படுகின்றன. மேலும் 75 கி.கி. தழைச் சத்தைச் சமமாக மூன்று முறை மேலுரமாக இடவேண்டும். செடி 15 செ.மீ. உயரம் இருக்கும் போது முதல் மேலுரம் இட வேண்டும். இரண்டு, மூன்றாம் மேலுரத்தை முதல் மற்றும் இரண்டாம் அறுவடைக்குப் பின்பு இட வேண்டும். சாம்பல் சத்து இடுவதால் செடியின் அடிப்பகுதியில் பழுத்து மஞ்சளாகும் இலைகளின் எண்ணிக்கை குறைவதாகக் கூறப்படுகிறது. உரமிட்ட ஒவ்வொரு முறையும் நீர் பாய்ச்சி வருதல் வேண்டும். கோடைக் காலத்தில் வாரத்திற்கு ஒரு முறையோ பத்து நாள்ளுக்கு ஒரு முறையோ நீர் பாய்ச்சி செடிகள் காய்ந்து விடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும்.

புதினா சாகுபடியாகியுள்ள நிலத்தில் நீர் தேங்கியிருந்தால் செடிகள் அழுகி விடுகின்றன. பொதுவாகச் செடி பூத்துக் குலுங்கும் போது நட்ட 105 - 120 ஆவது நாள் அறுவடை செய்ய வேண்டும். பெரும்பாலும் இரண்டு முறை அறுவடை செய்வதுண்டு. முதல் அறுவடையைப் பருவ மழைக்கு முன்பாக மே - ஜூனிலும் இரண்டாம் அறுவடையைப் பருவமழைக்கு பின்பு செப்டம்பரிலும் அறுவடை செய்யலாம். சில உழவர்கள் நவம்பர் மாதத்தில் மூன்றாம் முறையாக அறுவடை செய்வதுண்டு. சூரிய ஒளி வீசும் நாள்களில் அறுவடை செய்வது மிகவும் இன்றியமையாதது. அறுவடைக் காலத்தில் தொடர்ந்து மழை பெய்து கொண்டிருந்தால் குறைந்தது இரண்டு நாள்சுக்காவது சூரிய ஒளி தேவை. அறுவடை செய்யப்பட்ட செடிகளை 2 - 4 மணி நேரம் நிலத்திலேயே உலர்த்த வேண்டும். அறுவடை செய்தவுடன் பச்சைப் புதினாச் செடிகளைக் கட்டுகளாகக் கட்டினால் இலைகள் அழுகிவிடும். நன்கு உலர்த்திய செடிகளையே வாவைப் வடிப்பிற்காகத் தொழிற்சாலைகளுக்கு எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். நன்கு பராமரிக்கப்பட்ட புதினாப் பயிரிலிருந்து மூன்று அறுவடைகளில் 250 கி.கி. மெந்தால் எண்ணெய் கிடைக்கும். RRL - 118/ 3 என்னும் வகையில் 85% மெந்தால் இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பயன். புதினாத் தழையில் புரதம், கொழுப்பு, நார்ப் பொருள், மாவுப்பொருள், கால்சியம், பாஸ்பரஸ், இரும்பு போன்ற சத்துகள் உள்ளன. புதினாவை உணவாகச் சமைத்துப் பயன்படுத்தலாம். புதினாவிலிருந்து மெந்தால் எண்ணெய் நீக்கிய பின் மூன்று துணை பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

அவை எண்ணெய் எடுத்த பின் உள்ள சக்கைச் செடி, மெந்தால் ஐசோமெர் (isomer), மெந்தோன் எண்ணெய் (mentone oil) என்பன. சக்கையில் செல்லுலோஸ், பெண்டசோன், லிக்னின், புரதம், சாம்பல் ஆகியவை உள்ளன. இதைக் காகித அட்டை, வானில்லின் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தலாம். டெர்பீன் நறுமணப் பொருள் தயாரிக்கவும் மருந்துத் தொழிலிலும் பயன்படுகிறது. மெந்தோன் தயாரித்த பின் மெந்தோன் எண்ணெயிலிருந்து தைமால் தயாரிக்கலாம். புதினாவிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்ற குளிர்ச்சியூட்டும் மருந்தான மெந்தால் வயிற்றுப்புச்சத்தையும் அரிப்பையும் போக்கும் (antipruritic). இக்கீரை பசியை உண்டாக்கும், சிறுநீரைப் பெருக்கும். உடலுக்கு வெப்பத்தையும், இரைப்பைக்கு உறுதியையும், குருதிக்குத் தூய்மையையும் அளிக்கும். வாய் நாற்றம், செரியாமையைப் போக்கும்.

புதினாக் கீரையை உலர்த்திப் பொடித்துத் தேனில் குழைத்து உட்கொள்ள மாதவிடாய் தாமதமாகாமல் ஒழுங்குபடும். விக்கலுக்கு உலர்த்திய புதினாக் கீரைப் பொடியையும் அரிசித் திப்பிலியையும் சமமாக எடுத்துத் தேனில் கலந்து உண்ண வேண்டும். தலைவலிக்குப் புதினா இலைச்சாற்றை நெற்றியில் தடவலாம். கால் எரிச்சலுக்கு இக்கீரையுடன் உப்பைக் கலந்து ஒற்றடம் கொடுக்கலாம். குளிர்ச்சியால் உண்டாகும் இசிவு நோய்க்கும், கை, கால் இழுப்பு நோய்களுக்கும் நரம்புத் தளர்ச்சிக்கும் இக்கீரை மருந்தாகிறது. மிட்டாய் போன்ற தின்பண்டங்கள் செய்யவும், வாயுவை அகற்றப் பயன்படும் மருந்தில் சேர்க்கவும் இக்கீரை பயனாகிறது. இக்கீரை மிகு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பைக் குறைக்கும். வறட்டு இருமல், மார்பு எரிச்சலுக்கும் உதவும். புதினா இலையை நன்றாக உலர்த்திப் பொடித்துத் பல் துலக்கலாம். இலையை உலர்த்திக் குடிநீரில் 30-60 மி.லி. தரக் காய்ச்சல் போகும்.

பூச்சிகளும் நோய்களும். புதினாவில் பச்சினியா மந்தே (Puccinia menthae) என்னும் பூசணம் சாம்பல் நோயை உண்டாக்குகிறது. இதனால் இலைகள் பழுத்து உதிர்ந்து விடுகின்றன. இலைகளில் வெண்ணிறப் பூசணப்படிவு காணப்படும் சாம்பல் நோயை எரிசிஃபே சிக்கோரஸ்சியரம் (Erysiphe cichoracearum) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகிறது. இவ்விரு நோய்களையும் கட்டுப்படுத்த நோய் தென்பட்டது முதல் 10 நாள்கள் இடைவெளியில் ஹெக்டேருக்கு 2.5 கி.கி. நனையும் கந்தகத்தை நீரில் கரைத்து இலை மீது தெளிக்க வேண்டும். ஆல்டெர்நேரியா என்னும் பூசணம் இலைகளைக் கருகச் செய்யும். இதைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.2 % மேன்கோசெப்

மருந்துக் கரைசலை இலைகள் மீது தெளிக்க வேண்டும். புதினாவின் ஓடு தண்டுகளை (stoions) மேக்ரோஃபோமினா ஃபேசியோலினா (Macrophomina phaseolina) என்னும் பூசணம் பாதித்துக் கறுப்பு நிறமாக்கி அழுகச் செய்யும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.25% தாமிர ஆக்சிக் குளோரைடு கரைசலில் 5 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி வைத்து நடுதல் இன்றியமையாதது. மண்ணில் போதிய ஈரம் இராதபோது கரையான்கள் செடியை அரித்துக் காயச் செய்கின்றன. இதற்கு நடுவதற்கு முன் BHC 10% பூச்சிகொல்லியை ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி. வீதம் இட வேண்டும். மேலும் செடிகளிலுள்ள இலைகளைத் தின்னும் கம்பளிப் புழு, பரங்கி வண்டு, அரைக்காவடிப் புழு (semilooper) ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த தயோடான் 0.07% மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புதை படிவு

பழங்காலத்தில் வாழ்ந்து தற்போது மறைந்து போன உயிரியின் எச்சப் பொருள்கள், அவற்றின் அடிச்சுவடுகள், ஆகிய புவியில் புதைவுற்றுப் பாதுகாப்பான நிலையில் காணப்படுவதே புதை படிவுகள் (fossils) எனப்படும். படிவுகளை முதலில் உலகுக்கு உரைத்தவர்களுள் பேரறிஞர் லியோனார்டோ டா வின்சி (Leonardo da vinci) குறிப்பிடத்தக்கவர். ஆனால் படிவுகளைப் பற்றிய தற்காலப் படிமலர்ச்சி விளக்கங்கள் 1859 ஆம் ஆண்டில் பதிவான சார்லஸ் டார்வினுடைய 'உயிரிகளின் இனத்தோற்றம்' (origin of species) என்னும் நூலிலிருந்தே புகழ்பெற்றது. படிவுகளைப் பற்றிய அறிவியலைத் தொல்லுயிரியல் (palentology) என்பர். நூறுகோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே புவியில் உயிரிகள் வாழ்ந்தமைக்கான சான்றுகள் கடந்த ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளுக்குள் தோன்றிய உயிர்களைப் பற்றிய விளக்கங்கள் அவை புவியில் விட்டுச் சென்றுள்ள தொல்லுயிர் படிவுகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

புவி தோன்றி ஏறத்தாழ 3500 - 4500 மில்லியன் ஆண்டுகள் இருக்கலாம் என்று வல்லுநர்கள் கருதுகின்றனர். கடல்வாழ் விலங்கினங்கள் 550 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்றும், அவை முதுகெலும்பிலா இனத்தைச் சார்ந்தவை என்றும் அறியப்படுகிறது. 1980 இல் மேற்கு ஆஸ்திரேலியாவில் நடத்திய ஆய்வில் 4000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு

வாழ்ந்து மடிந்த உயிரின எச்சங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. அவையே மிகத் தொன்மையான புதைப் படிவங்கள் (fossils) ஆகும். இருப்பினும் இதற்கு முன்பும் உயிரினங்கள் இருந்திருக்கலாம் எனக் கருத வாய்ப்புள்ளது.

புவியின் மேற்பரப்பிலுள்ள படிவப் பாறைகளில் காணப்படும் கனிமங்களோடு அக்காலத்தில் வாழ்ந்த தாவர விலங்கினங்களின் உயிரற்ற எச்சங்களையே தொல்லுயிர்கள் என்பர். இவற்றின் காலத்தைப் பல வழிகளில் ஆராயலாம். அவற்றில் கரிம நாளீட்டு முறை (carbon dating) என்பது துல்லிய முறையாகும். இப்புவியிலுள்ள உயிரினங்கள் தங்கள் வாழ் காலத்தில் வளி மண்டலத்திலுள்ள கதிர்வீச்சுக் கார்பன் மடிந்தவுடன் எடுத்துக்கொள்ளும். இத்தொல்லுயிர் சின்னங்கள் நிலத்தின் அடியில் வெவ்வேறு நிலைகளில் அமிழ்ந்து காணப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு நிலவியல் காலத்திற்கும் ஒன்று அல்லது பல தொல்லுயிர்ச் சின்னத் தொகுப்புகளைக் குறியீடாகக் குறிப்பிடுவதுண்டு. இத்தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களைக் கொண்டு அக்காலத்தில் எவ்வகை உயிரினங்கள் வாழ்ந்தன என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம். மேலும் குறிப்பிட்ட சூழலுக்கும், தாவர, விலங்கின வளத்திற்கும் தொடர்புண்டு என்பதால் அக்காலத்தில் வாழ்ந்து மடிந்த தாவர எச்சங்களைக் கொண்டு அன்று நிலவிய தட்ப வெப்பத்தையும் அறிய முடியும்.

படிவமாதலும் (fossilization) படிவுகளின் வகையும். பொதுவாக, தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் உணவு வகையில் (food wets) சிக்காமலும் நுண்ணுயிரி களின் அழிவாற்றலுக்கு உட்படாமலும் தப்பித்துப் புதைந்த உயிரினங்களே படிவுகளாக மாறுகின்றன. படிவு உண்டாவதற்கு உயிரிக்குக் கடினமான உறுப்புப்பகுதி இருக்க வேண்டும். மேலும் பாதுகாக்கின்ற ஒரு பொருளில் அவ்வுயிரி விரைந்து புதைய வேண்டும். எளிதில் புதைக்கப்படுவதால் உயிரிகள் சிதைவடைவதிலிருந்து காக்கப்படுகின்றன. உயிரிகளின் மெல்லிய பகுதிகளான பூ, இலை, தோல், தசை முதலியவற்றை விடக் கடினமான பகுதிகளான மரம், ஓடு, எலும்பு, பற்கள் முதலியவை எளிதில் சிதைவடையும் தன்மையுடையன அல்ல. எனவே படிவுகள் பலவும் உயிரிகளின் கடினப் பகுதிகளிலிருந்து உருவானவையே.

படிவுகள் பல முறைகளில் உருவாகின்றன. பொதுவாக, நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதியில் தொடர்ந்து படிக்கின்ற படிவுப் பொருள்களில் (sediments) இறந்த உயிரிகள் புதைகின்றன.



இவ்வுயிரிகளின் மென்பகுதிகள் மட்கிக் கரைந்து மறைந்துவிட, கடினமான பகுதிகள் துணுக்குத்துணுக்காக அகற்றப்பட்டு நீரிலுள்ள கனிமப்பொருள்கள் அவ்விடத்தை நிரப்புகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ச்சியாக நடைபெறுவதால் படிவப் பொருள்களின் அடுக்கு நாளடைவில் தடித்துக் கடினமாகிப் பாரையாகிறது. இப்பாறைகளில் காணப்படும் படிவுகள் கல் போலாக்கப்பட்ட படிவுகள் (petrified fossils) எனப்படும். இப்படிவுப் பாறையின் (sedimentary rock) மேல் அடுக்குகளில் அண்மைக்காலப் படிவுகளும் கீழ் அடுக்குகளில் பழங்காலப் படிவுகளும் காணப்படும்.

**வகை.** பொதுவாகத் உயிரினங்கள் எந்த இடத்தில் வாழ்ந்து மடிந்தனவோ அங்கேயே சின்னங்களாக மாறிவிடுவதில்லை. மேலும் ஒரே வகையான தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களாகவும் காணப்படுவதில்லை. படிவம் (impression), அழுந்திய சின்னம் (compression), மாதிரி (mould), அச்சு அல்லது உரு (cast), நிலை (petrification) போன்ற வகைகளில் இவை கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன. தாவரச் சின்னங்கள், கடல் அல்லது ஆற்றுப் படிவங்களில் அழுத்தப் பட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவை பல்வேறு சூழ்நிலைகளிலிருந்து அடித்துக் கொண்டு வரப்பட்டவையாகும்.

உயிரிகள், வண்டல், களிமண் போன்றவற்றில் புதையும்போது அவ்வுயிரிகளைச் சூழ்ந்துள்ள மண் வகைகள் கடினமடைந்து பாறையாகக் கூடும். இந்நிலையில் நாளடைவில் புதைந்த உயிரியின் கரிமப் பொருள்கள் மறைந்து அதன் உருவத்தில் வார்ப்படம் (mould) மட்டும் மிஞ்சும். இவ்வார்ப்படத்தை நாளடைவில் வேறு கனிமப் பொருள்கள் நிரப்புவதால் புதைந்து போன உயிரியின் வெளியுருவத்தைப் பெரும்பாலும் ஒத்த வார்ப்பு (cast) கிடைக்கிறது. வார்ப்படங்களைப் பிளாஸ்டர் ஆஃப் பாரிஸ் போன்ற பொருள்களால் நிரப்பிச் செயற்கை வார்ப்புகளையும் படைக்கின்றனர். இவ்வகையில் மென்மையான தாவர மற்றும் விலங்குகளின் படிவுகளும் கிடைத்துள்ளன. மரப்பிசினில், பூச்சிகள் மற்றும் சிறிய விலங்குகள் சிக்கி நாளடைவில் கடினமடைந்து வடிவமைப்பு மாறுபடாத படிவுகளாகக் காட்சியளிப்பதும் உண்டு. இத்தகைய பூச்சிப் படிவுகள் பால்டிக் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

மென்மையான களிமண்ணில் ஏற்படும் அடிச்சுவடுகள், இலைகளில் தடம் முதலியவை நாளடைவில் அந்த மண் கடினமடைவதால் பாதுகாக்கப்பட்டுப் பதிவுகள் (prints) என்னும் வகையைச் சார்ந்த படிவுகள் தோன்றும். மறைந்த மீன்களின் துடுப்பு, பறக்கும் ஊர்வனவற்றின்

(pterosaurs) தோல்-இறகு, டைனோசரின் அடிச்சுவடு போன்றவை இவ்வகைப் படிவைச் சாரும்.

தாவரம் அல்லது பெரிய விலங்கின் முழு உடலும் படிவாக மாறுவது அரிது. எனினும் ஏறத்தாழ மூன்று கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட காண்டாமிருத்ததின் முழு உடம்பின் வார்ப்படப் படிவு வட அமெரிக்காவில் ஓர் எரிமலைக் குழம்பில் காணப்பட்டது. பனிப்பாறை இடுக்கில் புதையுண்ட கம்பளியானையின் மாமதம் முழு உடல் படிவு சைபீரியாவில் கிடைத்துள்ளது. ஏறத்தாழ 25 கோடி ஆண்டுகள் தொன்மை வாய்ந்த பாலூட்டி போன்ற ஊர்வனவற்றைச் சார்ந்த விலங்கின் முட்டைப் படிவம் அமெரிக்காவில் கிட்டியுள்ளது. மிகவும் மெல்லிய புழுக்களின் படிவுகளைக் கூடப் பிரிட்டிஷ் கொலம்பியாவில் மீட்டிருப்பது அரிய செயலாகும். எரிமலைச் சாம்பலில் புதையுண்டு படிவுகளாக மாறிய மரத்தண்டு அமெரிக்காவிலுள்ள அரிசோனாவில் கல் போலாக்கப்பட்ட படிவுக்கூடாகக் (petrified forest) காட்சியளிக்கிறது.

கல்லாகச் சமைதல் முறையில் தாவரப் பகுதிகள் அழிவதற்கு முன்பே சிலிக்கா அல்லது கால்சியம் கார்பனேட்டுகள் சுவறுகின்றன. பின் படிப்படியாகத் திண்ம நிலை அடைவதால் தாவரப் பகுதிகள் திண்மப் பொருளுக்குள் அமிழ்ந்து விடுகின்றன. இவை காலத்தால் மாறுபடாமல் அதே நிலையில் இன்று வரை உள்ளன. இவற்றில் உள்ளமைப்புப் பண்புகள் வியப்புக்குரிய வகையில் மிகத் தெளிவாக உள்ளன.

தென்னிந்தியாவில் பாண்டிச்சேரி அருகிலுள்ள திருவக்கரை என்னும் ஊரை இந்திய அரசு தொல்லுயிர்ச் சின்ன அகில இந்தியப் பூங்காவாக (National Paleobotanical Garden) அமைந்துள்ளது. அங்கு 10 - 20 மீ. நீளக் கல்லாகச் சமைந்த மரங்களைக் காணலாம். எனவே தொல் பொருளியலின் சிக்கல்களில் தலையாயது பல்வேறு வழிகளில் உண்டாக்கப்பட்ட உயிர் சின்னங்களைச் ஒப்பிட்டு சேர்த்து தொல் தாவரங்களின் பண்புகளை முற்றிலும் விளக்குவதாகும். இதற்கு நீண்ட காலமும், ஆய்வும், தேவையென்பதால் கிடைத்துள்ள சில சின்னங்களைப் பற்றிய குறிப்புகள், அவை ஒரே தாவரத்தைக் குறிப்பவை என்றாலும் தனித்தனியாக வெவ்வேறு பெயர்களோடு விளக்கப்படுகின்றன.

**படிவுகளில் காலக்கணிப்பு முறை.** பாறைகளிலுள்ள படிவுப் பொருள்களின் காலத்தை அறுதியிடுவதன் மூலம் அப்பாறை அடுக்குகளில் படிவுற்றிருக்கும் உயிரிகள் வாழ்ந்த காலத்தையும் கணிக்கலாம். இதற்குப் பல முறைகள் உள்ளன. தற்காலத்தில் படிவப்பொருள்களைக் கொண்ட

பாறைகள் எவ்வேகத்தில் தோன்றுகின்றனவோ அவ்வேகத்திலேயே முற்காலத்திலும் அவை தோன்றின என்ற அடிப்படையில் பாறை அடுக்குகளின் வயதைக் கணக்கிடும் புவியியல் முறை பழமையானது. யுரேனியம் காணப்படும் பாறையில் யுரேனியத்திற்கும் காரீயத்திற்கும் உள்ள வீதத்தைக் கணக்கிட்டு அதன் மூலம் அப்பாறையின் வயதைக் கண்டுபிடிப்பது யுரேனியம் காரீய முறை எனப்படும். கதிர்வீச்சுக் கார்பன் முறையில் உயிருள்ள திசுக்களிலுள்ள கதிர்வீச்சுக் கார்பனின் அளவுக்கும் படிவுகளிலுள்ள கதிர்வீச்சுக் கார்பனின் அளவுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு காலத்தைக் கணிக்கின்றனர். மரத்தண்டின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்திலுள்ள வட்டங்களிலிருந்து காலத்தைக் கணக்கிடுவது தண்டு வட்ட முறை (tree trunk method) ஆகும்.

புவியியற் காலங்களும் படிவுகளும். புவியில் உருவாகியுள்ள படிவுப் பாறைகளின் மிகத் தொன்மையான அடுக்குகள் ஏறத்தாழ 5,000 மில்லியன் ஆண்டுகள் பழமை வாய்ந்த மூலமுதலுயிரிழுகக் காலத்தைச் (archozoic era) சார்ந்தவையாகும். இக்காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரிகளின் படிவுகள் சரிவர அகப்படவில்லை. இதற்குப் பிற்பட்ட ஏறத்தாழ 2,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கிய முதலுயிரிழுகக்காலத்தில் (proterozoic era) எளிய தாவரங்கள் ஒற்றை செல் உயிர்கள் (protozoa), மெல்லுடலிகள் (mollusca), முதுகெலும்பற்றவையின் (invertebrates) படிவுகள் கிட்டியுள்ளன. இதற்கு அடுத்த 230 - 505 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை உள்ள தொல்லுயிரிழுகக் (paleozoic) காலக் கடல் பாசிகள் (marine algae), முக்கூற்றுடலிகள் (trilobites), மீன்கள், விதையுறையற்ற தாவரங்கள் (gymnosperms), இருவாழ்விகள் (amphibians), தொல் ஊர்வன (reptiles), பறக்கும் பூச்சிகள், பாலூட்டி போன்ற உர்வன, தற்காலப் பூச்சிகள் முதலியவை தோன்றின. ஏறத்தாழ 130 மில்லியன் ஆண்டிலிருந்து 205 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு உட்பட்ட மீசோசாயிக் (mesozoic) ஊழியில் டைனோசார், பறக்கும் ஒணான்கள் போன்றவை தோன்றின. முற்கால நீர்நிலையுயிரிகள் மறைந்து இருவித்திலைத் தாவரங்கள் (dicotyledons) பெருகின; ஆர்கயோப்டெரிக்கஸ் போன்ற பல் உடைய ஆதிதாலப் பறவைகள், பூச்சியுண்ணும் பைப்பாலூட்டிகள் (marsupials), ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள் (monocotyledons) முதலியவையும் தோன்றின. இக்காலத்தில் டைனோசார் உச்சநிலை அடைந்து மறைந்தது; பல் உடைய பறவை இக்காலத்தில் மறைய, தற்காலப் பறவையும் பழங்காலப் பாலூட்டியும் (mammals) படிமலர்ச்சி பெற்றன. சினோசாயிக்

(cenozoic) என்னும் 0.025 - 75 மில்லியன் ஆண்டு வரையுள்ள ஊழியில் கடல் பசு (sea cow), யானை, குதிரை, ஒட்டகம், மனிதக்குரங்கு போன்ற பாலூட்டிகள் தோன்றி உச்சநிலை அடைந்தமைக்கான படிவுச் சான்றுகள் உள்ளன. இவ்வுழியின் அண்மைக் காலத்தில் பெரும் பாலூட்டிகளும் பெரும்பாலான தாவர இனங்களும் மறைந்து மனிதன் தோன்றினான் என்பதற்கான சான்றுப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன.

படிவு வேட்டை. குறிப்பிட்ட படிவை அகழ்ந்தெடுப்பதற்கு (excavation) அப்படிவு புதைந்திருக்கத்தக்க படிவப்பாறை புவியின் மேற்பரப்பின் அருகில் எங்கிருக்கிறது என்று அறிவியலார் தேடிக் காண்பார். தமிழ்நாட்டிலுள்ள அரியலூரில் மெகலோசார் வகையைச் சார்ந்த டைனோசாரின் படிவு காணப்பட்டது குறிப்பிடத்தக்கது. காற்றாலும், வெள்ளத்தாலும் ஆழமாக வெட்டி சிதைக்கப்பட்ட படிவப் பாறைகள் படிவச் சேகரிப்புக்குச் சிறந்த இடமாகும். இங்குப் படிவுகள் மேற்பரப்பிலும் கிடைக்க கூடும். இப்பாறைகளை உடைக்கும்போது முதுகெலும்பிகளின் படிவுகள் உள்ளிருக்கக் கூடும். பெரிய முதுகெலும்பிகளின் படிவுகளை நாடுவோர் முதலில் அவற்றின் சிறு எலும்புத் துண்டு, பல் முதலியவற்றைத் தேடிப்பிடித்து அவை கிடைய இடத்திற்கு அருகில் விலங்கின் எஞ்சிய பகுதிகளைத் தேடுவர். அகழ்வு செய்யும்போது வெடிமருந்துகளைப் பயன்படுத்தி பாறைகளை உடைத்துச் சிதறடிக்கும் தொல்லுயிராய்வாளர் பாறையிலிருந்து படிவுகளைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு மிக நுண்ணிய கருவிகளையும் நுணுக்கங்களையும் கையாள்வர்.

தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களைப் பற்றிய ஆய்வு முறைகள். தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களைப் பற்றிய ஆய்வு முறைகள் தற்போது மேம்பட்டுள்ளன. மம்மித் தாவரங்கள் அல்லது கரியாக்கப்பட்ட தாவரங்களைக் கூட சல்ட்ஸ் (schulze) போன்ற அமிலங்களால் நசுக்கி ஆராய முடியும். பழைய முறையில் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களை மெல்லிய துண்டுகளாக வெட்டி, பின் அவற்றைத் தகுந்த அமிலங்களின் துணை கொண்டு ஒரு முகத்தைத் தேய்த்து மெலிதாக்கிக் கொண்டே செல்வர். ஒரு சில மைக்ரான் அளவுள்ள மிக மெல்லிய வெட்டுப் பகுதிகளைக் கூடக் கண்ணாடி வில்லையில் ஒட்டி விடுவர். வெட்டுப் பகுதிகளை எடுக்க முடியாவிடில், தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களின் முகங்களை, எதிர்பலிக்கப்பட்ட ஒளியின் மூலமாகவோ அகச் சிவப்பு ஒளி மூலமாகவோ ஒளிப்படம் எடுத்தல் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. இது போன்ற நவீன முறைகளைக் கையாள்வதன் காரணமாக தொல்லுயிர்களைப் பற்றிய அறிவு மிக விரைவாகப் பரவி வருகிறது. குறிப்பாக, மிகத்



## அட்டவணை

காலம்	தொகுப்பு	பிரிவு	ஆண்டு/ மில்லியன்	படிமலர்ச்சி
1	2	3	4	5
சீனோசோயிக்	குவார்ட்டனெரி	ஹோலோசீன்  பிளிஸ்டோசீன்	1	குரங்கினம், மனித இனம், மென்மையான தாவரங்களின் ஏற்றம்.
	டெர்ஷரி	பிளியோசீன் மையோசீன் ஒலிகோசீன் இயோசீன்	60	விதை மூடித்தாவரங்களின் ஏற்றம் பாலூட்டி, தற்காலப் பறவைகளின் காலம்.
மீசோசோயிக்	கிரேட்டசியஸ்	மேல் கீழ்		விதைமூடாத் தாவரங்களின் சரிவு, விதைமூடாத் தாவரங்களின் வளர்ச்சி, ஊர்வனவற்றில் சரிவு, பாலூட்டிகளின் தொடக்கம்.
	ஜூராசிக்	மேல் நடு கீழ்	150	பெரணி இனம், விதை மூடாத் தாவரங்களின் உச்சம்-முதல் விதை மூடித் தாவரங்கள், ஊர்வனவற்றின் உச்சம், பறவைகளின் தோற்றம்.
	டிரையாசிக்	மேல் நடு கீழ்	150  180	சிகடோபைட், மிகப் பெரிய ஊர்வன இனம்.
	பெர்மியன்	மேல் நடு கீழ்	205	பெரு மரங்களின் சரிவு-ஊர்வனவும் பிற முதுகு நாணுள்ளன வயும்.
	கார்பானி பெரஸ்	மேல் நடு கீழ்	255	லைகோபாடுகள், ஈக்விசிட் ஆகியவற்றின் மிகப் பெரிய தாவரங்கள் தவளையினம் - ஊர்வன.
பேலியோசோயிக்	டிவோனியன்	மேல் நடு கீழ்	315	குழாய்த் தாவரங்களின் தோற்றம், தவளையினம், மீன் இனம்.
	சிலூரியன்	மேல் நடு கீழ்	350	முதல் நிலவாழ் தாவரங்கள், முதுகு நாணற்றவற்றில் உயர்ந்தவை.

1	2	3	4	5
பேலியோசோயிக்	ஆர்டோனிசியன்	மேல் நடு கீழ்	430	கடற்பாசி முதுகு நாணற்ற விலங்கு.
	கேம்பிரியன்	மேல் நடு கீழ்	510	பாசி
புரோட்டிரோசோயிக்		முன் கேம்பிரியன்	1500	பாசி
ஆல்கயோசோயிக்			-3000	பாசி, பூசணம், பாக்டீரியா.

தொன்மையாகவும், தெளிவற்றனவாகவும் உள்ள சின்னங்களைப் பற்றிய ஆய்வு பெருகி வருகிறது எனலாம்.

தொல்லுயிர்த் தாவரங்களையும் புதைப் படிவங்களையும் பற்றி அறிவதற்குக் கோண்டுவானாத் தாவரங்களைப் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாதது. இத்தாவரங்கள் மேல் கார்பானிஃபெரஸ் முதல் ஜுராசிக் வரை வாழ்ந்தவை ஆகும். இந்தத் தாவரங்கள் பற்றிய ஆய்வுகள் மூலம் கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கை (continental drift) நிறுவப்பட்டுள்ளது. அக்காலத்தில் புவியின் ஐந்து கண்டங்கள் இன்று போல் இருந்தவையல்ல. வட மேற்கில் அமெரிக்கக் கண்டம், வடகிழக்கில் அங்காரா கண்டம், தெற்கில் கோண்டுவானா நிலம் எனப் பகுக்கப்பட்டிருந்தன. ஜுராசிக் காலத்தில் கோண்டுவானா என்பது இன்றைய இந்தியா, ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, தென் அமெரிக்கா, அண்டார்டிகாவாகப் பிரிந்தது. இவ்வாறு பிரிந்தமையால் புவியில் இமயமலை, ஆல்ப்ஸ் முதலியவை தோன்றியிருக்கக்கூடும் எனக் கருதுகின்றனர். இக்கோண்டு வானாப் பகுதியிலிருந்து தோன்றிய 5 கண்டங்கள் இப்போது இடைவெளி மிகுந்து பிரிக்கப்பட்டிருந்த போதிலும் அவற்றில் காணப்படும் கிளாசாப்டெரிஸ் தாவரக் கூட்டப் புதைபடிவங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

புதைப்படிவங்களைக் கொண்டு அக்கால விலங்கினத்தை அறிய முடியும். சைபீரிய பனிப் பாலையனத்தில் அக்காலத்தில் வாழ்ந்த மாமூத் என்னும் விலங்கு இன்றைய யானையின்

மூதாதையாகும். இச்சின்னங்கள் முழுமையாகக் கிடைத்துள்ளன. இவற்றைத் தவிர விலங்குகளின் பற்கள், எலும்பு, நகம் போன்ற கடினமான பகுதிகளும் கிடைத்துள்ளன. இவற்றைக் கொண்டு விலங்கினங்களின் முழு உருவத்தை ஊகிக்க முடிகிறது. வட ஐரோப்பா பகுதியில் ஆம்பர் என்னும் தொல்லுயிர்ச் சின்னம் எடுக்கப்பட்டுள்ளது. அக்காலத்தில் வாழ்ந்த ஊசியிலை மரங்கள் தோற்றுவிக்கும் பிசின் (resin) காற்றுப்பட்டு கெட்டியாகி, புவியினடியில் புதைக்கப்பட்டு ஆம்பராக மாறியுள்ளது என்று புவியியலார் கருதுவர். கெட்டிப்படுவதற்கு முன் அவற்றில் அகப்பட்டுக் கொள்ளும் பூச்சி, மலர், மகரந்தத்தூள், விதை முதலியவற்றைச் சிறைப்படுத்திக் கொண்டுவிடும். இவ்விதமாகத் தோன்றிய ஆம்பர் மிக மதிப்பு வாய்ந்ததாகும்.

தொல்லுயிர் ஆய்வுகளின் மூலம் புதைபடிவங்களை அடிப்படையாக வைத்து உயிரினங்களின் படிமலர்ச்சியை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. எ-டு: யானை மற்றும் குதிரையின் படிமலர்ச்சி, யானையின் அடிப்படையான புறத்தோற்ற பண்புகளான துதிக்கை, தந்தம் இவற்றின் படிப்படியான உருமாற்றங்கள் மூலமாக யானையின் படிமலர்ச்சியை அறிந்து கொள்ள முடியும். இது ஆப்பிரிக்காவில் யோசின் காலத்தில் பன்றியின் உயரத்தைக் கொண்ட மூதாதையிலிருந்து தோன்றியதாகத் தொல்லுயிர் ஆய்வாளர் கூறுகின்றனர். பிளிஸ்டோசின் காலத்தில் வாழ்ந்த மாமூத் எனப்படும் யானைகள் இக்கால யானைகளைவிட பன்மடங்கு பெரியன.



இவை உலகின் பல பகுதிகளிலும் பரவியிருந்தன. தற்சமயம் இரண்டே வகைகள் உலகத்திலுள்ளன. அவை லோக்சோடோண்டோ எனப்படும் ஆப்பிரிக்க வகையும், எலியஸ் எனப்படும் ஆசிய வகையும் ஆகும்.

குதிரையின் படிமலர்ச்சியைத் தொல்லுயிர் ஆய்வுகளின் வாயிலாகக் கண்டறிந்ததின் மூலம் அவை பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பே வட அமெரிக்காவில் தோன்றி அங்கிருந்து பரவியிருக்க வேண்டும் என அறியப்பட்டது. குதிரையின் குளம்புகள் என்று சொல்லப்படும் கால் விரல்களின் அடிப்படையிலேயே ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. குதிரையின் முன்னோடி என்று கருதப்படும் ஹைபோகோதிரட் என்பது நாயின் உயரத்தைக் கொண்டது. அதற்கு நான்கு விரல்களும் ஒரு எலும்பு நீட்சியும் உண்டு. மனித இனப்படிமலர்ச்சியும் புதைபடிவங்கள் வாயிலாகவே வெளிப்படுத்தப்பட்டன.

படிவுகளைக் காட்சிக்கு வைத்தல். தூய்மைச் செய்யப்பட்ட படிவை வலிவூட்டி ஒரு பாளத்தில் பதித்து சுவரில் பொருத்தும் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட படிவுப் பாறையில் அது இயற்கையாகப் பதிந்திருப்பது போன்ற தோற்றத்தைத் ஏற்படுத்தும். ஒவ்வோர் எலும்புத்துண்டையும் தூய்மை செய்து, வலிவூட்டிக் கோவை செய்து வெளியே தெரியாவண்ணம் அவற்றினூடே இரும்புக் கம்பிகளை செலுத்தி எலும்புக்கூடு தானாக எழுந்து நிற்பது போன்ற கவர்ச்சியான அமைப்பை ஏற்படுத்தும் முறையும் (free mount) உண்டு. கிடைத்த விலங்கின் படிவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவ்விலங்கு உயிருடன் வாழ்ந்த காலத்தில் தசையுடனும், தோலுடனும் தோற்றமளித்த வண்ணம் அதன் உருவத்தைச் செயற்கைப் பொருள்களைக் கொண்டு படைப்பதிலும், ஒவியம் தீட்டுவதிலும் தொல்லுயிரியலார் (palentologist) சிறந்து விளங்குவார். புகழ்பெற்ற படிவுகள் நியூயார்க், சிக்காகோ, வாஷிங்டன், பிட்ஸ்பர்க், லண்டன், பாரிஸ், மாஸ்கோ போன்ற இடங்களிலும் ஹார்வார்டு, ஏல், கலிபோர்னியப் பல்கலைக்கழகங்களின் அருங்காட்சியகங்களிலும் உள்ளன.

கடந்த ஐம்பது கோடி ஆண்டுகளில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் படிவுகளிலிருந்து இக்கால வரையறைக்குள் புவியியல் உயிரினங்கள் தொடர்ச்சியாக வாழ்வதற்கான சூழ்நிலை நிலவியது. நீருக்கு அடியில் வாழத்தக்க மெல்லுடலிகளின் ஓட்டுப் படிவுகள் இமயம், ஆல்ப்ஸ், லாக்கி மலைத் தொடர்களிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளமையால் இம்மலைத் தொடர்கள் பழங்காலத்தில் நீருக்கடியில் மூழ்கியிருந்து பின்னர் வெளிப்பட்டன என்று கருதப்படுகிறது.

தாவரப் படிவுகளிலிருந்து அத்தாவரங்கள் வாழ்ந்த காலத்தில் தட்பவெப்ப நிலையைக் கணிக்க முடிகிறது. கிரீன்லாந்தில் கிட்டியுள்ள தாவரப் படிவுகளிலிருந்து ஏறத்தாழ எழுபது கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் இந்நிலப்பகுதியில் அதன் இன்றைய நிலைமைக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட, வெப்பமான ஈரப்பசை நிரம்பிய காலநிலை நிலவியது என்று தெரிகிறது. சில கண்டங்கள் ஒன்றோடொன்று எப்பொழுது, இணைந்தன என்பதையும் படிவுகள் காட்டுகின்றன. காட்டாக, வட பசிஃபிக் பெருங்கடலிலுள்ள பேரிங் நீர்ச்சந்தி வரலாற்றுக் காலத்தில் பல நேரங்களில் ஆசியாவுக்கும் வட அமெரிக்காவுக்குமிடையே பாலமாக விளங்கியது என்பது தெரிகிறது. இதன் வழியே ஓட்டகங்களும், காண்டாமிருகங்களும் அமெரிக்காவிலிருந்து ஆசியாவுக்குள் புகுந்தன என்பதற்கும் காட்டு மாடுகள் (bison) யானைகள் முதலியன ஆசியாவிலிருந்து அமெரிக்காவுக்குள் நுழைந்தன என்பதற்கும் படிவுச் சான்றுகள் உள்ளன. புவியில் எங்கெங்கு பெட்ரோல், நிலக்கரி, பவளக்கற்கள், காரீயம், துத்தநாகம் போன்றவை கிடைக்கக்கூடும் என்பதைப் புலப்படுத்தத்தக்க படிவப்பாறை அடுக்குகளை அவற்றில் புதைந்துள்ள படிவுகளின் அடிப்படையில் அறுதியிடுகின்றனர். படிவுப்பாறைகளில் கீழிருந்து மேலாக வெவ்வேறு அடுக்குகளில் காணப்படும் உயிரிகளின் தொடர்ச்சியில் இடைவெளிகள் காணப்பட்ட போதிலும் கடந்த காலத்தில் வாழ்ந்த இனங்களின் மரபில் தற்கால இனங்கள் தோன்றின என்னும் உயிர்ப்படிமலர்ச்சிக் (organic evolution) கோட்பாட்டை அவை வலியுறுத்துகின்றன. காண்க: தொல்லுயிர் பதிவுகள்

முகமது நசீர்  
புரீ. வசுமதி

## புதைப் படிவப் பாறை

பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்து மாண்டு போன உயிரினங்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள அவை வாழ்ந்த காலத்தில் உருவான படிவுப் பாறைகளில் சான்றுகள் காணப்படுகின்றன. மழைநீர் முதன் முதலில் பெய்யத் தொடங்கிய போதே புவி வரலாறு பாறைச் சுவடிகளில் பதிவாகத் தொடங்கியது. படிவுப் பொருள்கள் நீர்த் தேக்கங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டன. தாவரங்கள், விலங்குகள், ஆகியவற்றின் உயிர்ற்ற உடல்கள் புதைக்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்பட்டன. இவ்வாறு

மணற் பாறை, சுண்ணப் பாறை, களிப் பாறை போன்ற படிவுப் பாறைகள் வெவ்வேறு இடங்களில் பரவலாக உண்டானாலும் அவை ஒரே காலத்தில் உண்டானவையாக இருக்கும்போது அவற்றில் பொதிந்துள்ள புதை படிவங்கள் ஒரே காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் படிமலர்ச்சி உயிர் நிலைகளைக் காட்டுகின்றன. சில உயிரினங்கள் தொல்லூழிக் காலங்கள் சிலவற்றில் நிகழ்ந்த கடுமையான வெப்பதட்ப மாற்றங்களாலோ பெரும் வெள்ளங்களாலோ, எரிமலைக் கிளர்ச்சிகளாலோ, வெப்ப மேலீட்டாலோ, பனிக்கட்டி உறைவதாலோ, முற்றிலும் மாண்டு போயின. அதன்பின் அவை புதை படிவங்களாக மட்டுமே காணப்பட்டன.

கடற்கரையை விட்டுச் செல்லச் செல்ல கடல் நீர்த் தெளிவாக இருக்கிறது. இங்குக் கண்டப் படிவுகள் வருவதில்லை. கடல் தாவரங்கள் நன்றாக வளர்கின்றன. கடல் நீரில் வாழும் பல உயிரினங்களின் உடல், எலும்பு ஓடுகள் ஆகியவை சுண்ணவயக் கடற்பாசிகளால் உதிர்க்கப்படும் சுண்ணக் கார்போனேட் வீழ் படிவுகளாலும், கிளிஞ்சல், பவழப்பூச்சி ஆகியவற்றிலிருந்து பெறப்படும் சுண்ணச் சத்து வீழ்படிவுகளாலும் போர்த்திப் புதைக்கப்படுகின்றன. நாளடைவில் மணல், சேறு, கால்சியம் கார்போனேட் ஆகிய படிவுகளே முறையாக, மணற்பாறை, களிமண் பாறை, சுண்ணப்பாறையாக மாறுகின்றன. இப்பாறைகளில் ஆழமற்ற கடலில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் உடல்கள் புதைப் படிவங்களாக பொதிந்துள்ளன.

உள் நிலத்தில் இணையாக உள்ள பாறை வெடிப்புகளுக்கு நடுவிலுள்ள நிலப்பகுதி கீழே அழிவதால் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் உண்டாகின்றன. இந்தத் தாழ்நிலத்தில் ஏரிகள் உண்டாகின்றன. இதில் வந்து அடையும் மணலுடனும் வண்டலுடனும் அவ்வப்போது மிகுந்த தாவரச் சத்துக்கள் படிந்து நிலக்கரிப் படிவுகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்தியாவின் மிகச் சிறந்த நிலக்கரிப் படிவுகள் கார்பானிபரஸ் காலத்தில் ஏறத்தாழ 250 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் படிந்த புதைப்படிவங்களே ஆகும். இவ்வாறே டெர்ஷியரி காலத்திலும் நிலக்கரி படிவுகள் படிந்தன. புதை படிவங்கள் பனிக்கட்டியிலும் (mammoth) சக்கை நிலக்கரியிலும் (peat), தார்ப்படிவுகளிலும் (asphalt), அம்பரிலும் (amber) காணப்படுகின்றன.

கத்தியவாரில் புதைப்படிவங்கள் நிறைந்த சுண்ணாப் பாறைகளில் மில்லியோலைட் சுண்ணாப்பாறை (milliolite limestones) 2 - 30மீ. ஆழத்துக்குக் காணப்பட்டது. இது பிளைஸ்டோசீன் காலத்துப் புதைபடிவப் பாறைகளில் ஒரு சிறந்த கட்டடக் கல்லாகும். கிளிஞ்சல் சுண்ணாம்புப் பாறைகளும் புதைப் படிவங்களை நிறைந்த கல்லாகும். திருச்சிக்கு அருகில் கிடைக்கும் கிரிட்டேஷியஸ் காலத்தில் பவள பூச்சிகளாலான கிரிட்டேஷியஸ் காலத்து படுகை (bagh bed) சுண்ணாப் பாறையாகும். இது நர்மதா பள்ளத்தாக்கில் கிடைக்கும் சிறந்த கட்டடக் கல்லாகும்.

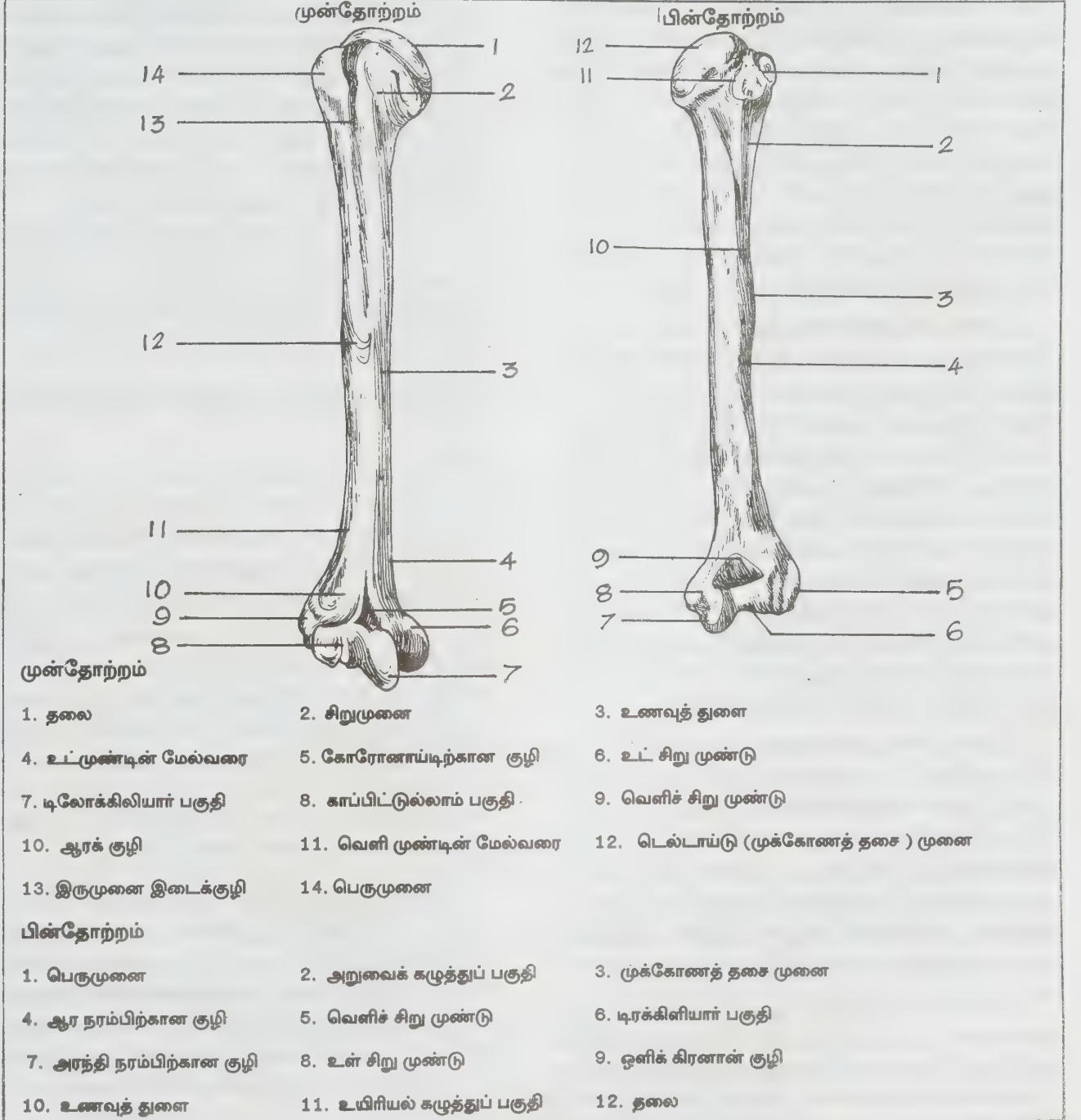
**என். முத்து கிருஷ்ணன்**



## புய என்பு

புயப் பகுதியை உடலுடன் இணைக்க உதவும் புய என்பு (humerus) நீண்டுக் காணப்படுகிறது. இது மேல்முனைப் பகுதி, தண்டுப்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி என மூன்றாகப் பிரிக்கப் படுகிறது.

மேல்முனைப் பகுதி. இதைத் தலைப்பகுதி, பெருமுனை, சிறு முனை எனப் பகுக்கலாம். தலைப்பகுதி உருண்டு, தோள்பட்டை எலும்பின் கிளிளாய்டு குழியின் ஒரு பந்து கிண்ண மூட்டை உண்டாக்குகிறது. இதுவே தோள்மூட்டு எனப்படும். உடல்குறியில் கழுத்துப்பகுதியில்



புய என்பு (humerus)

மூட்டுறை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சிறுமுனைப்பகுதியில் சப்ஸ்கா புலாரிஸ் தசையும், மேல், நடு கினினோ புயப் பந்தமும் இணைகின்றன. இதன் வெளிவிளிம்பு, முனையிடைப் பிளவிற்கு (intertubercular sulcus) உள் விளிம்பாக மாறுகிறது. பெருமுனையில் சுப்ரா ஸ்பைனடஸ், இன்பரா ஸ்பைனடஸ் மற்றும் டிரிஸ் மைனர் தசைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கோரக்கோ புய பந்தமும் இதில் இணைகிறது. முனைகளுக்குக் கீழ் உள்ள பகுதி, அறுவைக் கழுத்துப் பகுதி (surgical neck) எனப்படுகிறது. இப்பகுதியில் என்பு முறிவு மிகுதியாக ஏற்படும். இருமுனைப் பிளவு அல்லது இருதலைத் தசைக்கான குழியினுள் இருதலைத்தசை நாண் மற்றும் முன்புயச்சுழல் தமனி (anterior circumflex humeral artery) காணப்படும். உள்விளிம்பில் டிரிஸ் மேஜர் தசையும் வெளி விளிம்பில் பெக்டோரல் பெருந்தசையும் தளத்தில் லாட்டிஸம்ஸ் டார்சை தசையும் முடிவடைகின்றன.

தண்டுப்பகுதி. மேற்பகுதி உருண்டும் கீழ்ப்பகுதி முக்கோண வடிவிலும் இருப்பதால் மூன்று விளிம்புகளும் மூன்று பக்கங்களும் காணப்படும். முன் உட்பக்கம், முன் வெளிப்பக்கம், பின் பக்கம் எனவும் முன், வெளி மற்றும் உள்விளிம்பு என மூன்று விளிம்புகளும் உண்டு. உள், வெளி விளிம்புகள் தசை இடை மேல்தோல் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உள் விளிம்பின் கீழ்ப்பகுதியில் புரோனேட்டார் டிரிஸ் தசை தொடங்குகிறது. முன் வெளிப்பக்கத்தில் முக்கோணத் தசை மேல்பகுதியிலும் அதற்குக் கீழ் உள்ள ஆரைக் குழியில் ஆரை நரம்பும், வெளி முண்டு மேல் விளிம்பில் மேற்பகுதியில் புய ஆரத்தசையும், கீழ்ப்பகுதியில் மணிக்கட்டு ஆரை நீள் தசையும் (extensor carpiradialis longus) தொடங்குகின்றன.

முன் உட்பக்கத்தில் இருதலைத் தசைக்கான குழியும், நடுப்பகுதியில் உணவுத் துளையும், கீழ்ப்பகுதியில் புயத்தசையும் தொடங்குகின்றன. பின் பக்கத்தில் மேற்பகுதியில் முத்தலைத் தசையின் வெளித்தலைப்பகுதி தொடங்குகிறது. புயச்சுழற் தமனி இப்பகுதியில் காணப்படும். ஆரைக்குழியில் ஆரை நரம்பும், புரபண்டாத் தமனியும் காணப்படும். கீழ்ப் பகுதியில் முத்தரைத் தசையின் மூன்றாம் உட்தலைப் பகுதி உண்டாகிறது.

வெளி, உட் சிறுமுண்டு, ஆரை கோரனாம்பு மற்றும் ஒலிக்கிரனான் குழி ஆகியவை அவ்வவ் பகுதிகளை ஏற்றுக் கொள்ளும். அரந்தி நரம்பு புய என்பின் உள் சிறு முண்டின்

பின்புறமாகக் கடக்கிறது. இதிலிருந்து முன் மடக்கு தசைகள் தொடங்குகின்றன. வெளிச்சிறு முண்டு சிறிய பகுதியாகும். புற நீள் தசைகள் மற்றும் அங்கோனியஸ் தசை உண்டாகிறது.

மூன்று முதன்மை நரம்புகள் இவ்வென்புடன் தொடர்புள்ளமையால் என்பு முறிவில் இதன் பாதிப்பை ஆய்தல் வேண்டும். உட்சிறு முண்டு தனி என்பு உருமையம் (separate ossification centre) கொண்டமையால் இதனை முறிவிலிருந்து பிரித்தறிய வேண்டும். தசைகளால் சூழப் பட்டிருப்பதால் என்பு முறிவு எளிதில் நலமடைவதில்லை. குழந்தைகளில் முண்டு மேல் முறிவு புய என்பின் கீழ்ப்பகுதியில் காணப்படும். நரம்பு புன்கலன் பாதிப்பினை உடன் கண்டுபிடித்து மருத்துவம் அளிப்பது நலம்.

மா. ஜெ. ஃ பிரெடரிக் ஜோசப்

துணைநூல். A.J. Harding Rains and H.David Ritchie, *Bailey and Loves Short Practice of Surgery*, H.K.Lewis & Co. Ltd., London, 1977.

## புயம்

கை, உடலுடன் புய என்பினால் தோள்பட்டை என்புடன் ஒரு பந்து கிண்ண மூட்டால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. புய என்பைச் சுற்றியுள்ள பல்வேறு தசைகள் தோள்மூட்டிலும், முழங்கை மூட்டிலும் அசைவுகளை ஏற்படுத்த, கைகளால் பணி செய்ய முடிகிறது. புயப்பகுதி முழுவதும் தோலால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதற்கு அடியில் புய உட்புறத்தில் கைப் பகுதிக்கு புயத்தமனி வரும் ஆரை நரம்பும் மற்றும் அரந்தி நரம்பும் பின்பகுதியிலிருந்து வெளிப்பகுதிக்கு சென்று முன்கையை அடையும். தோலடிச் சவ்வுப் பகுதியிலிருந்து என்பு வரை நீண்டுள்ள சவ்வு புயத்தைப் பின்பகுதி, முன்பகுதி எனப் பிரிக்கிறது. முன்பகுதி, குறுக்குச் சவ்வுச் சுவரால் மேற்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி, வெளிப்பகுதி எனப் பிரிக்கப்படுகிறது.

புயத்தில் காணப்படும் முதன்மைத் தசைகள் கோரக்கோ புயத்தசை இருதலைப் புயதசை, முத்தலைத்தசை ஆகியவையாகும். இவை புயத்தை உடலுடன் அடக்கல், அகற்றல், மடக்கல், நீட்டல், தலைக்குமேல் தூக்கல், சுழற்றல் இவற்றிற்கு உதவும். முழங்கையை மடக்கவும், நீட்டவும் முடியும். முன்கையை உட்புறம் சுழற்றவும் உதவுகிறது. தோள்பட்டைத் தசைகளாகிய டெல்டாய்டு என்னும் முக்கோணத் தசை, டிரிஸ்



பெருந்தசை, லட்டிஸ்மஸ் டார்சை தசை, மார்புப் பெருந்தசை புயத்தை உடலுடன் இணைந்து அசைக்க உதவும்.

புயத்தில் காணப்படும் புயத்தமனி, அடுத்துள்ள இரு சிரைகளுடன் காணப்படும், புரபண்டா புயக்கிணை (profunda brachi) மேல் அரந்தி, கீழ் அரந்தி இணைப்புக் கிளை, புய என்பிற்கான உணவுக்கிளை இவற்றுடன் முடிவுக் கிளைகளான ஆரை மற்றும் அரந்தி தமனியாகப் பிரிகிறது. இவற்றின் வழி புயத்திற்கான குருதிச் சுற்றோட்டம் நடைபெறுகிறது. புயத்தின் முதன்மை நரம்பு தோல் தசை (musculo cutaneous) நரம்பு எனப்படும். இது புயமுன் பகுதியில் உள்ள தசைகளுக்கு இயக்க நரம்பாகும். முடிவில் முன்கை வெளிப்பகுதிக்கு உணர்ச்சி நரம்பாக மாறுகிறது. ஆரை நரம்பு முத்தலை தசைக்கு மூன்று கிளைகளைக் கொடுக்கிறது. அரந்தி மைய நரம்பு புயப்பகுதிக்குக் கிளைகளைத் தருவதில்லை. தலைப்புற (cephalic) மற்றும் பேசிலிக் சிரைகள் தோலடியில் சென்று கழுத்துப் புயச் சிரையை அடையும். அரந்தி நரம்பு தொழு நோயில் வீர்த்துக் காணப்படுவதைப் புய என்பின் கீழ் உட்பகுதியில் தொட்டுணரலாம். சிரை வழியே உணவு, நீர் மற்றும் ஆய்வு மருந்து செலுத்தத் தோலடிச் சிரை பயன்படுகிறது.

மா.ஜெ. ஃ பிரடரிக் ஜோசப்

## புயர்டிவெண்டிராத் தீவு

கிழக்குக் கேனரித் தீவுகளில் ஒன்றான புயர்டிவெண்டிராத் தீவு (Fuerteventura island) ஸ்பெயினைச் சேர்ந்த லாஸ் பல்மாஸ் மாநிலத்தில் உள்ளது. இத்தீவு மொரொக்கோவிலுள்ள ஜீபி முனைக்கு 105 கி.மீ. மேற்கில் வட அட்லாண்டிக்கில் அமைந்துள்ளது. எரிமலைத் தீவாகிய இது ஏறத்தாழ 90 கி.மீ. நீளத்தையும், 1730 ச.கி.மீ. பரப்பையும் கொண்டுள்ளது. இத்தீவு லான்சாரோட் தீவின் தென் மேற்காக அமைந்துள்ளது.

தென் மேற்கிலுள்ள ஜாண்டியா முந்தீரகத்தில் (Jandia peninsula) 994 மீ. உயரம் வரை எழும்பி இத்தீவு அரித்துள்ள கடற்கரைகளை உடையது. இத்தீவில் வெதுவெதுப்பான உலர்ந்த காலநிலையும், குளிக்காலத்தில் சிறிதளவு மழைபொழிவும் காணப்படும். இத்தீவின் கிழக்குக் கரையிலுள்ள போர்ட்டோ டெல் ரோசாரியா, கிரான் தராஜல் ஆகிய இடங்கள் பெருமளவில் மக்கள் குடியேறியுள்ள பகுதியாகும். கிரான் கனரியா, டெனரிப் ஆகிய இடங்களுக்கு வளமையான விமானப் போக்குவரத்துப் பணி உள்ளது.

ம.அ. மோகன்

## புயல்

புயல் 645

வெப்ப நாடுகளில் பெரும் தீவிரத்துடன் தோன்றுகிற சுழல்காற்று, புயல் (hurricane) எனப்படும். வட பசிபிக் பகுதியில் வெப்பப் பகுதிகளில் தோன்றும் சுழல்காற்று டைஃபூன் (typhoon) எனப்படுகிறது. புயல் காற்றின் வேகம் மணிக்கு 100 கி.மீட்டருக்கு மேலிருந்தால் அது சுழல் காற்றிற்கான விசையுள்ளதாகச் சொல்லப்படும். பெரும்பாலான வெப்பப் பகுதிச் சுழல் காற்றுகளுக்கு இந்த அளவு வேகம் இருப்பதில்லை. இவ்வகையில் மணிக்கு 250 கி.மீ என்ற வேகத்துடன் கூடக் காற்று வீசுவதுண்டு. கரையோரப் பகுதிகளில் காற்றுடன் கடல் ஏற்றமும் இணைந்து பேரழிவை ஏற்படுத்தும்; பெரு மழையும் இருந்தால் அழிவு கூடும். தகுந்த முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கை எடுப்பதன் மூலம் தற்காலத்தில் உயிர் அழிவு பெருமளவு குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ரேடார் கருவி, விமானம் ஆகியவை கடலில் சுழல்காற்றுகள் உருவாவதையும், நகர்வதையும் தொடர்ந்து கண்காணித்துத் தேவையான வானிலை முன்னறிவிப்புகளைச் செய்ய உதவுகின்றன.

புவியின் பரப்பில் சுழல்காற்று ஏறத்தாழ வட்டமான ஆனால் சமச்சீர்மையற்ற சுழலாக உருவாகிறது. அதன் மையத்தில் அழுத்தம் குறைவாயிருப்பதால் காற்றோட்டம் சுருள் வடிவமான பாதைகளில் அதன் மையத்தை நோக்கிப் பாய்கிறது. இந்தச் சுழற்சித் திசைகள் புவியின் வட அரைக் கோளத்தில் இடம் புரியாகவும் தென் அரைக் கோளத்தில் வலம்புரியாகவும் அமையும். அதன் மையத்தை நோக்கிச் செல்லக் செல்ல காற்று விசை, அழுத்தம் ஆகியவற்றின் சரிவுகள் விரைவாகக் குறையும். சுழற்காற்று வட்டத்தின் ஆரம் பொதுவாக 500 கி.மீட்டருக்குக் குறைவாகவே இருக்கும். முதிர்ச்சியடைந்த ஒரு புயலில் சுழற் விசையுள்ள காற்றோட்டம் 50 - 150 கி.மீ. வரை ஆரமுள்ள ஒரு வளையத்துக்குள் அடங்கி விடும். பசிபிக் பகுதியில் தோன்றும் சுழல்காற்று இதை விடப் பெரியது. இதன் வட்டத்தின் ஆரம் 1000 கி.மீ. வரையிருக்கும். ஒரு வெப்பப் பகுதிச் சுழல் காற்றின் மையப்பகுதி ஏறத்தாழ 25 கி.மீ. விட்டமுள்ளதாயிருக்கும். அங்குக் காற்றோட்டம் வலிவற்றதாகவும் சில சமயங்களில் தோன்றாமலும் இருக்கும். அப்பகுதியில் அழுத்தம் 950 - 960 மில்லிபார் என்ற அளவில் மிகக் குறைவாயிருக்கும். பொதுவாக அப்பகுதி கடந்து செல்லும் பரப்புகளில் 250 - 500 மி.மீ. பெரு மழை பொழிவது உண்டு.

கடலில் புயலடிக்கும்போது அலைகளும் கடலேற்றங்களும் தோன்றும். முன்னேறிச் செல்லும் ஒரு சுழல் காற்றின் வலது புறத்தில் இந்தக் கடலேற்றம் கூடுதலாக

விளங்கும். கரையோரத்தில் இதன் காரணமாக 3-8 கி.மீ. உயரத்துக்குக் கடல் மட்டம் உயரும். ஏறத்தாழ அனைத்துச் சுழற்சு காற்றுமே 5 - 25 பாகை அட்சக் கோடுகளுக்கிடைமையிலுள்ள இன வெப்பப் பகுதிகளில் தோன்றுகின்றன. வடக்கு வணிகக் காற்று அமைப்பு (trade wind systems) இடையில் காற்றோட்டம் வலிவற்றதாக அமைந்திருக்கிற பகுதிகளில் கோடைக் காலத்தில் பிற்பகுதியிலோ, இலையுதிர் காலத்திலோ இவை அடிக்கடி தோன்றுகின்றன. அக்காலங்களில் காற்றோட்டங்கள் நிலநடுக் கோட்டிலிருந்து தெற்கிலும் வடக்கிலும் நீண்ட தொலைவுக்கு அப்பால் அமைந்திருக்கும்.

வெப்ப நாடுகளின் சுழல் காற்று, மித வெப்ப நாடுகளின் எதிர்ச் சுழல் காற்று ஆகியவை நில நடுக்கோட்டுப் பக்கமாக அமைந்திருக்கும். அவை அங்குள்ள கிழக்கு நோக்கிய பெருங் காற்றோட்டத்துடன் இணைந்து மணிக்கு 15 - 25 கி.மீ. வேகத்தில் மேற்கு நோக்கி மெல்ல நகரும். பெருங்கடல்களில் மேற்குப் பக்கத்தில் பெரும்பாலான சுழற்காற்றுகள் துருவங்களை நோக்கித் திரும்பி, நடு அட்சக்கோட்டுப் பகுதிகளிலுள்ள மேலைக் காற்றுகளுடன் கலந்து முடிவில் கிழக்கு நோக்கி விரைவாக வீசும். பல சமயங்களில் இவை துருவங்களிலிருந்து வரும் காற்றோட்டங்களைக் கவர்ந்து இழுத்துக் கொண்டு வலிவான குளிர்ப் பகுதிச் சுழல் காற்றாக மாறிவிடும். தனிப்பட்ட சுழல் காற்றின் பாதைகள் தாறுமாறானவையாகவும், ஊக்கக் முடியாதவையாகவும் இருக்கும். வெகு சில சுழற்காற்றுகளே தரைப்பகுதிகளில் நுழைகின்றன. அவையும் பெரும்பாலான சமயங்களில் விரைவாக வலிவிழந்து விடும்.

பெரும் சுழல் காற்று என்பது வெதுவெதுப்பான மையப்பகுதி கொண்ட புயலாகும். குறைந்த உயரத்திலிருந்து மையத்தை நோக்கிப் பாயும் காற்று மேலெழுந்து உயர் மட்டத்தில் வெளிப்புறமாக விரிவடைகிறது. இவ்வெப்பச் சுற்றோட்டம் புயலைச் செலுத்துவதற்கான ஆற்றலை அளிக்கிறது. இவ்வாறு மேலேறும் காற்றில் நீராவி கூடுதலாக இருந்தால் அது நீராகும் போது தன் உள்ளுறை வெப்பத்தை வெளியிடும். அதன் காரணமாகப் புயலின் மையப்பகுதி வெதுவெதுப்பாமிருக்கும். எனவே மையப்பகுதியின் வெப்பநிலை மேலேறும் காற்றிலுள்ள நீராவியின் அளவைப் பொறுத்திருக்கிறது.

தாழ்ந்த மட்டத்தில் புயல் மையத்திலுள்ள அழுத்தக் குறைவு காரணமாகக் காற்று அதை நோக்கிப் பாய்கிறது. வெதுவெதுப்பான காற்றைவிடக் குளிர்ந்த காற்றில் உயரம் அதிகமாக அதிகமாக அழுத்தம் வேகமாகக் குறைவதால்,

பெரும் உயரத்தில் அழுத்தச் சரிவு குறைந்து விடுகிறது. குறைந்த உயரத்தில் காற்று குவியும்போது அது வட்டப் பாதையில் இயங்கி ஓர் உயர்ந்த கோண உந்தத்தையும் பெறுகிறது. காற்று மையத்தின் அருகில் மேலெழும்பும்போது இந்தக் கோண உந்தம் ஓரளவு மாறாமல் வைக்கப்படுகிறது. மேல் மட்டத்தில் மைய விலக்கு விசை , அழுத்தச் சரிவு விசையுடன் கூடுதலாகக் காற்று வெளிநோக்கிப் பாயத் தொடங்குகிறது. மேல் மட்டத்தில் காற்று இவ்வாறு வெளியேற்றப்படுவது, சுழற்காற்றின் மையத்தில் அழுத்தக் குறைவை பராமரிப்பதற்கு இன்றியமையாததாகும். இல்லையெல் சுழல் காற்றின் மையத்தில் காற்று நிரம்பி அழுத்தச் சரிவு மறைந்துவிடும்.

சுழல் காற்றின் மேக அமைப்பில் 10000 - 15000 கி.மீ. பகுதியில் நிறை மிக்க நிம்போஸ்ட்ரேட்டஸ் (nimbostratus) வளையம் காணப்படுகிறது. சுழல் காற்றின் மையத்தைச் சுற்றியுள்ள வலிவான காற்றோட்டப் பகுதியில் பெரு மழை பெய்கிறது. முதன்மை மேக அடுக்கின் அடிப்பகுதி படிப்படியாக மையத்தை விட்டு விலகி உயர்கிறது. இதனால் மேகத்தின் தடிமன் குறைந்து கொண்டே போகிறது. அதன் விளிம்புகளில் ஆல்டோ ஸ்ட்ராடஸ் (altostratus), சிர்ரோஸ்டிராடஸ் (cirrostratus) மேகங்கள் உருவாகின்றன. கீழ் மட்டங்களில் துண்டு துண்டான குமுலஸ் (cumulus) பிராக்டோ குமுலஸ் (fracto cumulus) மேகங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுக்கிடையில் உயர்ந்த தம்பம் போன்ற குமுலோ நிம்பஸ் (cumulo nimbus) மேகங்களும் பெரு மழையும் மையத்தை நோக்கிச் சுழன்று கொண்டே வரும். முதன்மை மேக அடுக்கிற்குள் ஒரு கூம்பு வடிவ உள்ளகம் உள்ளது. அதற்குள் ஒரு மையமும் இருக்கும். அந்த மையத்தின் உயர் மட்டத்தில் மேகமற்ற வெதுவெதுப்பான உலர்ந்த காற்று நிறைந்திருக்கும். மையத்திற்குள் குறைந்த உயரத்தில் அடர்ந்த, உடைந்த தாழ்மட்ட மேகம் காணப்படும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

## புயல் அலை

கடற்பரப்பில் காற்றினால் இயல்பாகவே அலைகள் எழுகின்றன. இவை மேற்பரப்பில் வீசும் காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்துச் சில செ.மீ. முதல் 100 மீ. வரை அலை நீளம் கொண்டவையாகவும் 30 மீ. உயரத்துடன் உருவிலும் பரும அளவிலும் மிகுதியும் வேறுபட்டவையாகவும் இருக்கும். இவ்வலைகளின் தோற்றத்தைப் பொறுத்துக் கடல்பரப்பு, ஆற்றல் மிகு தடை அலைகளைக் (brake waves) கொண்டு

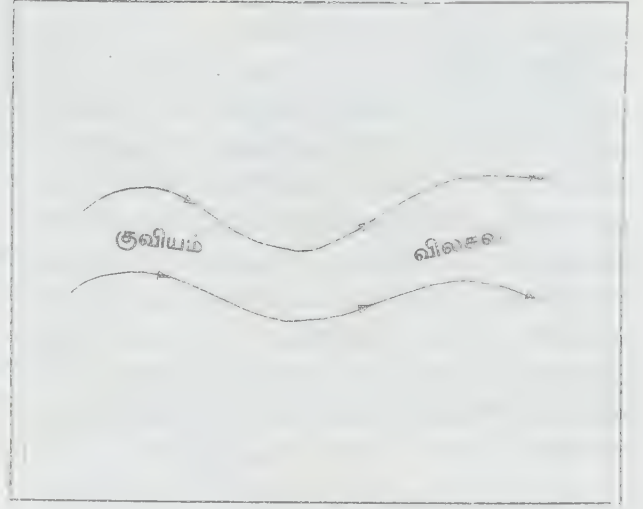


ஒழுங்கற்றதாகவோ மிக ஒழுங்கான மேடு பள்ளங்களைக் கொண்ட அலைகள் நிறைந்த விரிந்த பரப்பாகவோ காட்சியளிக்கும். இவையனைத்தும் கடல்பரப்பில் ஆங்காங்கே புயல் உருவாகும் இடத்திலிருந்து தோன்றி அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவிச் சென்று அண்மையிலுள்ள அல்லது நீண்ட தொலைவிலுள்ள கரைகளை அடைகின்றன. புயல் மையத்தினை சூழ்ந்த அண்மையிடங்களில் பேருருவும் பேராற்றலும் கொண்ட அலைகள் பெருங் கொந்தளிப்புடனும் பேராவாரத்துடனும் ஓர் ஒழுங்கற்ற நிலையில் (chaotic) இருக்கும். புயல் அலைகள் எனப்படும் இவை அனைத்துத் திசைகளிலும் நீர்ப்பரப்பின் மீது சென்று, நீண்ட தொலைவு சென்ற பின்னர் எழுச்சி அலைகளாகவும் (swell) ஆற்றல் மிகவும் குறைந்த நிலையில் சாதாரண காற்றலைகளாகவும் கரையை அடைகிறது.

அமைதியான சூழலில் நீர்ப்பரப்பின் மேல் வீசுகின்ற காற்றின் உராய்வு விசையால் (friction) காற்றிலிருந்து ஓரளவு ஆற்றல் நீரைச் சேர்வதால் நீர்ப்பரப்பில் விசை, அழுத்த மாறுபாடுகள் விளைகின்றன. இந்த ஆற்றலின் ஒரு பகுதியே காற்றலைகளை (wind waves) உருவாக்குகிறது.

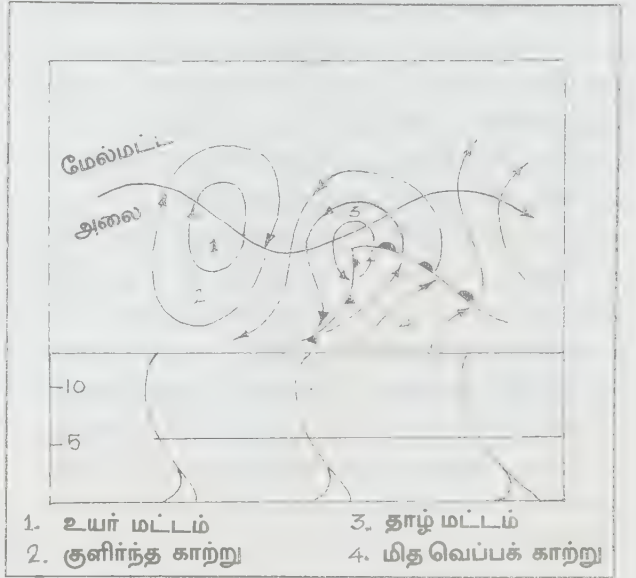
அலையின் உயரம், பருமன் ஆகியவை மேலே வீசும் காற்றின் வேகம், வீசும் கால அளவு, வீசுகின்ற தொலைவு ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்து அமையும். எ-டு: 15 மீ/செ. வேகங் கொண்ட காற்று 24 மணி நேரத்தில் தொடர்ந்து வீசும் போது 4மீ. உயரமுள்ள காற்றலைகளை உருவாக்கும். அதன் பின்னர் வீசுகின்ற காற்று, அசைவுறும் நீர் இவற்றுக்கிடையே ஓர் ஆற்றல் சமநிலை (energy equilibrium) ஏற்படுவதால் அலை உயரம் மேலும் கூடுவதில்லை. தொலைவைப் பொறுத்து அலைநீளம் மாறுபடும்.

ஒரு புயல் மையம் கொண்ட இடத்தைச் சூழ்ந்த கடற்பரப்பில் மேல் கீழாகவும் பிற திசைகளிலும், மிகச் சுழற்சியுடையதாகவும், வெண் நுரைத் தலைப்புகளை உடைய ஆற்றல் மிகு தடை அலைகள் கொண்டதாகவும் கொந்தளிப்புடன் காணப்படும். மேலும் பலவிதமான ஒழுங்கற்ற அலையெழுச்சிகள் அனைத்துத் திசைகளிலும் செல்லுமாறு அமைந்திருக்கும். புயல் மையம் பெரும்பாலும் மெதுவாகவே நகரும். அவ்வாறு நகர்ந்து செல்கையில் அண்மையில் கரையிருப்பின், புயல் மையத்திற்கும், அதைச் சூழ்ந்துள்ள இடத்திற்கும் இடையே உள்ள மிகையான காற்றழுத்த வேறுபாட்டால் காற்றின் வேகம் மிகவும் கூடுதலாக இருக்கும். வேகமான காற்றின் உராய்வு விசையால் கரையை நோக்கிச் செல்லும் அலைகள் மிகுந்த ஆற்றலைப் பெற்றுச் சில



படம் 1.

அலை படிவத்தில் குவியமும் விலகலும்



படம் 2., காற்றோட்டம்

நேரங்களில் 30மீ. அல்லது அதற்கு மேலாகவும் உயர்ந்து கரை சார்ந்த நிலப்பகுதி செங்குத்தாக இன்றியும் உயரம் குறைவாகவும் இருப்பின் கடல் நீரை நீண்ட தொலைவு உள்ளே பாயச் செய்து பேரழிவினை விளைவிக்கும்.

பிற திசைகளில் கடல் வழியே செல்லும் புயல் அலைகள் தொலைவிலுள்ள இடங்களில் எழுச்சி அலைகளாக மாறி ஆங்காங்கே கரையை அடையும். புயல் மையத்திலிருந்து தொலைவாக செல்ல செல்ல உருமாற்றம் அடைகின்றன.

நீளங்கள் மாறுபடும். நீளம் மிகுதியாகவுள்ள அலைகள் குறைநீளம் கொண்ட அலைகளை விட வேகமாகச் செல்வதால், அவற்றைப் பின் தக்கவிட்டுத் தொலைவைப் பொறுத்து, ஒரு சில நாட்கள் முன்னதாகக் கூடக் கரையை அடையும். இந்த நீள அலைகள், புயல் மையத்திற்குப்பால் நீண்ட தொலைவிலுள்ள அமைதியான நீர்ப்பரப்பில் ஒரே உயரங்கொண்ட அமைதியான ஒழுங்கான அலைகளாகச் சீரான வேகத்துடன் செல்லும். புயல் காரணமாகத் தோன்றிய இப்பேரலைகளை எழுச்சி அலைகள் (swell) எனப்படும். புயல் மையத்திற்கும், ஆயிரக்கணக்கான கி.மீ. தொலைவிற்கு அப்பால் நிகழும் இந்த எழுச்சி அலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவுகளில் அலைகளின் எழுச்சியும் உருவும் பருமனும் வெவ்வேறு படிகளில் (gradation) அமைந்திருக்கும்.

புயலினால் ஏற்படுகின்ற எழுச்சி அலைகள் இருவிதமான அசைவுகளுக்குட்பட்டவை. பொதுவாக எந்த ஓர் அலையும் எந்திர ஆற்றலை நீர்ப்பரப்பின் மேல் செலுத்தும் கருவியாக அமையுமே தவிர, அலை சார்ந்துள்ள நீரை இடம் பெயர்ப்பதில்லை. இது எழுச்சி அலைகளுக்கும் பொருந்தும். அலை கரையை அடையும்போது மட்டும், அலை ஆற்றலால் உந்தப்பட்ட நீர் கரைமேல் மோதி அல்லது பாய்ந்து ஆற்றல் சிதைந்து மீட்சியடைகிறது. ஏனைய இடங்களில் கடற்பரப்பில் அலைகள் மிக வேகத்தில் செல்வது போல் தோற்றமளித்தாலும் அலை சார்ந்த நீர் அலையோடு செல்வதில்லை. அலை சார்ந்த நீர்த்துளிகள் நீர்ப்பரப்புக்கு ஏறத்தாழச் செங்குத்தான திசையில் ஒரு வட்டப்பாதையில் அவ்வவற்றின் இடத்தில் சுழற்சியுறுகின்றன. அவை சுழற்சிப் பாதையின் மேலே வருகையில் அந்த இடத்தில் அலையின் மேடும் (hump) அடுத்துக் கீழே செல்கையில் அலையின் தாழ்வான பள்ளமும் (trough) மாறி மாறி வருகின்றன. ஒவ்வொரு சுழற்சியிலும் அலை செல்லும் திசையின் முன்னோக்கிச் செல்வது ஆற்றல் மட்டுமே என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நீர் ஆழம் மிகுந்துள்ள இடங்களில் நீரணுக்களின் சுழற்சிப் பாதை வட்ட வடிவமாகவும் (circular) நீர் ஆழம் குறைந்துள்ள இடங்களில் நீர் வட்ட வடிவமாகவும் (elliptical) அமைந்திருக்கும்.

எம். எஸ். கோவிந்தசாமி

### ஃபுரடாண்டின் (நைட்ரோ ஃபுரண்டாயின்)

நைட்ரோஃபுரான்ஸ் எனப்படும் 5-நைட்ரோ-2-ஃபுரால்டி ஹைடு விளைபொருள்களில் ஒன்று நைட்ரோஃபுரண்டாயின் ஆகும். இது ஃபுரடாண்டின் என்னும் பெயரில் கிடைக்கிறது.

இதன் பிற பெயர்கள் சையாண்டின், நைட்ரெக்ஸ், மேக்ரோடாண்டின் ஆகும். நைட்ரோபுரண்டாயின் (1-5 (நைட்ரோ - ஃபர்புரைலிடன்)) அமினோ ஹைட்ரண்டாயின், சிறுநீர் வழி நோய்ப் பாதிப்புகளில் பயன்படுகிறது. இதன் மற்றொரு பிரிவான ஃபுரசோலிடின் மாத்திரையாகச் சிறுகுடல் நோய்ப் பாதிப்புகளில் பயன்படுகிறது.

நுண்ணுயிரி, பாலூட்டி ஆகியவற்றின் செல்களில் பல்வேறு நொதி மண்டலங்களின் செயற்பாட்டை நிலைநிறுத்துகிறது. மனிதச் செல்களுக்கு, நைட்ரோஃபுரான்ஸ் தீமை பயப்பதில்லை. நைட்ரோபுரான்ஸ் விரிதிறன் கொண்ட நுண்ணுயிரி எதிர்மருந்து (broad spectrum antibiotic) ஆகும். ஈ.கோலை, கிளப்சியல்லா, ஷிகல்லா, விப்ரியோ காலரா, ஸ்டெப்லோகாக்கை, எண்டரோகாக்கை ஆகியவை பாதிக்கப்படுகின்றன. புரோடியஸ் எராஜினோசா, இந்த மருந்திற்கு எதிர்த்திறன் கொண்டுள்ளது. இம்மருந்து, எளிதில் உடைக்கப்படுவதால், குருதியில் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படுகிறது. சிறுநீரக வடிமுடிச்சின் வடிக்கட்டாலும், குழல் சுரப்பாலும், நைட்ரோபுரான்டன் எளிதாக வெளியேற்றப் படுகிறது. ஆகவே அதன் அரைவாழ்வு 20 நிமிடமாகும். மருந்தின் 40% முனைப்பான வகையில் வெளியேற்றப் படுகிறது. குருதியில் இதன் செறிவு குறைவாக இருந்தபோதிலும் சிறுநீரிலும், சிறுநீரகத்திசு இடைநீர்மங்களில் செறிவடைந்து காணப்படுகிறது. சிறுநீரைக் காரமடையச் செய்தால், மருந்தின் செறிவு சிறுநீரில் மிகையாக உள்ளது. அதேபோது நுண்ணுயிரி எதிர்த்திறன் குறைகிறது. சிறுநீரக மண்டல நோய்களில் இம்மருந்து இடம்பெறுவதுடன் தீப்புண்களிலும், ஒட்டு அறுவையின் போதும் களிம்பாகப் பயன்படுகிறது.

வேண்டா விளைவு. ஒவ்வாமை, தோல் பொரிப்பு, குருதி நாள நரம்பு வீக்கம், இயோசினோபில் செல் அதிகரிப்பு, காய்ச்சல், இருமல், தலைவலி, கடினமூச்சு ஆகியவை உண்டாகின்றன. உணர்வு - இயக்கப் புற நரம்புகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன. சோகை நோயும், பித்த நீர்த் தேக்கமும் உண்டாகின்றன. குளுகோஸ் -6-பாஸ்பேட் -டி- ஹைட்ரோ ஜினேஸ் குறைபாடு நோயில் குருதிச் சிதைவு உண்டாகிறது. கல்லீரல் அரிதாகப் பாதிக்கப்பட்டாலும் விரைவிலேயே இயல்பு நிலை அடைகிறது. ஆய்வகங்களில் நைட்ரோபுரண்டாயின் சுண்டெலிகளுக்குக் கொடுக்கப்பட்டால், முலைக்கட்டி உண்டாவதாகத் தெரிகிறது. மனித இனத்தில் இவ்விதம் நிகழ்வதில்லை.

நைட்ரோபுரண்டாயின் 50, 100, மி.கி. மாத்திரையாகவும் 25, 50, 100 கி.கி. குளிகையாகவும், 5 மி.கி. இல் 25 மி.கி.



கூழ்மமாகவும் கிடைக்கிறது. 100 மி.கி. என நாள்தோறும் 4 முறை கொடுப்பது சிறுநீரகப் பாதை பாதிப்புக்குச் சிறந்த பயனளிக்கும். மீண்டும் மீண்டும் இந்நோய் தோன்றினால் 50 அல்லது 100 மி.கி. அலகில் இரவில் கொடுக்கலாம்.

(மு.ப. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். C.M. Kunin, *Detection, Prevention and Management of Urinary tract infection*, Second Edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 1974.

## புரத இழைகள்

புரத மூலக்கூறுகளாலான இழைப்பொருள், புரத இழை (protein fibre) எனப்படும். இயற்கையில் கிடைக்கும் புரத இழைகள் பெரும்பாலும் விலங்கினங்களில் உருவாகின்றன. பட்டு, கம்பளி, பாலின் புரதமான கேசீன் (caesin) ஆகியன இழையாக்கப்பட்டுள்ளன. சோளத்திலுள்ள புரத இழையான சீன் (zein) பயிரின்பு புரத இழைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும் மயிரிழைகளும் புரத இழைகளேயாகும்.

**கம்பளி.** கம்பளி இழை ஆட்டின் தோலில் உருவாகிறது. முடியிலும் நகத்திலும் மாட்டுக் கொம்பிலும் உள்ள கெரடின் (keratin) எனும் புரதமே கம்பளியிலுமுள்ளது. கம்பளி ஒரு சொரசொரப்பான இழை. இது பரப்பில் அலைவும், செதில்களும் (scales) கொண்டது. ஆட்டின் இனத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் மிகுதியான அலைவும் சிறு செதில்களும் கொண்டோ, குறைந்த அலைவும் பெரும் செதில்களும் கொண்டோ இருக்கக்கூடும். நுண்மையும் மென்மையும் மிகுந்த இளஞ்சூடு அளிக்கவல்ல இழைகளில் செதில்கள் கூடுதலாகவும் சற்றே மழமழப்பாகவும் உள்ளன. இவ்விழைகள் செதில்களைக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் கொண்டிருக்கும் இழைகளை விடப் பளபளப்பு குன்றியவை.

செதில்களுக்கு அடியில் உள்ள இழையின் முதன்மையான பகுதி நிறப்பொருள்களை ஈர்த்து நிறுத்தி வைக்க உதவுகிறது. இப்பகுதியே இழையின் வலிவுக்கும், நீள்தன்மைக்கும் அடிகோலுகிறது. இழையின் மென்மையத்தில் கூருள் வடிவிலான, காற்று நிரப்பப்பட்ட செல்கள் மிகுந்துள்ளன. மென்மையத்தில் கொழுப்புப் பொருள் மலிந்திருப்பதால், மென்மையம் இல்லாத நுண்மையான கம்பளி இழைகள் மட்டுமே சாயமேற்றத் தக்கவை.

பட்டு. இது பட்டுப் புழுவின் கூட்டிலிருந்து பிரிக்கப்படும் சன்னமான தொடர் இழை. சீனாவில் கி.மு.2600 ஆண்டிலேயே பட்டுப்பூச்சியின் புழுக்கூட்டிலிருந்து பட்டு

இழையைப் பிரிக்கும் உத்தி கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டது. ஒரு சீன இளவரசி அருந்துவதற்காக வைத்திருந்த தேனீரில் பட்டுப்புழுக்கூடு தவறுதலாக விழுந்து, அந்த சூட்டினால் கூட்டிலிருந்து இழை வெளிபட, அவ்விழையை இழுக்கையில் அது ஒரு தொடர் இழையாக வந்து கொண்டிருப்பதை அறிந்து கூறியதாக வரலாறு உள்ளது. பல நூற்றாண்டுகளுக்குப் பட்டுத் தயாரிப்பு சீனர்களால் ஒரு மறைவான உத்தியாகப் போற்றப்பட்டு வந்தது. அலெக்சாந்தர் காலத்தில் ஐரோப்பாவில் பட்டு புகுத்தப்பட்டு முகம்மதிய படையெடுப்புகளால் பட்டுத் தயாரிப்பு நுணுக்கம் ஸ்பெயின், இத்தாலி போன்ற நாடுகளைச் சென்றடைந்தது. பட்டுத் தொழிலில் அறிவியல் வழிமுறைகளை திட்டமாகப் பயன்படுத்திய முதல்நாடு ஜப்பானாகும்.

பட்டு இழையில் இடம்பெறும் புரத பொருள் ைபைப்ராயினாகும். பளபளப்பு, வழுவழப்பு, வலிமை, நீட்சி, எடை குறைவு ஆகியன பட்டின் சிறப்பியல்புகளாகும். பட்டுத் துணி, பருத்தியைப் போல் சுருக்கங்களுக்கு இடமளிப்பது இல்லை. மேலும் நெகிழ்வுத் தன்மை கூடுதலாக அமையப்பெற்றது. அதன் நீட்சி, நெகிழ்ச்சி, வளையத்தக்க இயல்பு ஆகியவற்றினால் பட்டு துவளும் தன்மையைக் (drapability) கூடுதலாகப் பெற்றுள்ளது. கம்பளியைப் போன்றே பட்டு ஒரு வெப்ப அரிதிறகடத்தி (non conductor of heat) ஆகும். உடலின் வெப்பத்தை வெளியேற்றாது தடுப்பதால் கம்பளியைப் போன்றே பட்டும் ஒரு குளிர்கால ஆடை இழையாகும். அதன் எடையில் 10 - 30% ஈரத்தை உறிஞ்சுவல்லாததால், பட்டுத் துணியின் மீது சாயமேற்றதலும், அட்சிடுதலும் எளிதாகும். அதன் வழுவழப்பான புறப்பரப்பு தூசியை ஒட்டவிடுவதில்லை. தூசி படிந்தாலும் எளிதில் அகற்றப்படுகிறது. பட்டைச் சலவை செய்கையில் காரத் தன்மையிராத சோப்பைப் பயன்படுத்துதலும் பிழியாதி ருத்தலும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டியவை. வீரியமிக்க வெளுப்பான்களான சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் போன்றவை பட்டின் வலிவைக் குறைக்கவல்லன. ஹைட்ரசன் பெராக்சைடு, சோடியம் பெர்போரெட் போன்ற மென்வெளுப்பான்கள் (mild bleacher) பட்டுக்கு ஏற்றவை.

பசை நீக்கம் செய்யப்பட்ட பட்டு, கச்சாப் பட்டை விட ஒளியாக கூடுதலாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. எடையேற்றப்பட்ட பட்டின் ஒளி எதிர்ப்புத் திறன் மிகக் குறைவாகும். பூசணத் தாக்குதலும், பூச்சித் தாக்குதலும்

கம்பனியைப் பாதிக்கும் அளவுக்குப் பட்டைப் பாதிப்பதில்லை. அடர் கனிமவகை அமிலங்கள் பட்டைக் கரைக்கவல்லன. கரிம அமிலங்கள் பாதிப்பதில்லை. பட்டுத் துணியும் அதன் சாயமும் வேர்வையால் எளிதில் பாதிக்கப்படுகின்றன. பருத்தி லினன், கம்பனி ஆகியவற்றுடன் கலப்பின இழை தயாரிப்பதற்குப் பட்டு ஏற்றது.

பால் புரத இழை. பாலின் புரதமான கேசினை இழையாக்கிப் பருத்தியுடனும், கம்பனியுடனும் கலப்பினமாக்கல் இத்தாலியிலும் பிரிட்டனிலும் நிகழ்த்தப்படுகிறது. கேசீன் NaOH கரைசலில் கரைக்கப்பட்டு அக்கரைசல் ஈர நூற்புக்குட்படுத்தப்பட்டு  $H_2SO_4$  திரிதல் தொடடியிலிடப் பட்டால் கேசீன் இழை வீழ்ப்புவாகிறது. இழையின் கடினத்தன்மையைக் கூட்டுவதற்குத் திரிக்கும் கரைசலில் சிறிது ஃபார்மால்டிஹைடு சேர்க்கப்படுகிறது.

சீன் இழை (zein fibre). சோளவகைத் தானியத்திலிருந்து காரக் கரைசலால் சீன் என்னும் புரதப்பொருளைப் பிரித்து அமிலத்தினால் வீழ்ப்புயச் செய்ய வேண்டும். இங்கு நூற்புக் கரைசல் காரத்தன்மை கொண்டதாகவும், திரிக்கும் கரைசல் அமிலத்தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும். இழை பதப்படுத்தப்பட்டு நீட்டப்பட்டு கடினமாக்கப்பட்டுச் சிறு வெட்டிழைகளாக (staple fibres) நறுக்கப்படுகிறது. கம்பனியையொத்த இவ்விழை நன்கு சாயமேற்கிறது. இதனை பெரும்பாலும் ஹைலான், ரேயான் ஆகிய தொகுப்பிழைகளுடன் கலப்பினமாகவே பயன்படுத்துகின்றனர். மயிரிழைகள் யாவும் புரத இழை வகையைச் சார்ந்தவை.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

## புரதச் செறிவுத் தீவனங்கள்

கால்நடைப் பராமரிப்பில் கால்நடைத் தீவனங்களின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. கால்நடைகள் சிறந்த பண்புகளையுடைய இனமாக இருந்தாலும் நல்ல மரபுவழி உடையதாக இருப்பினும் சரியான தீவனம் இராவிடில் அவற்றினின்றும் தக்க பயனை அடைய இயலாது. கால்நடைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பொருள்கள் அனைத்தும் புரதச்சத்து மிகுந்தவை. பால், இறைச்சி, முட்டை ஆகிய புரதம் செறிந்த

பொருள்கள் கால்நடைகளிலிருந்து பெறப்படுவதால் அவற்றிற்குத் தீவனத்தில் புரதம் குறைவின்றி அளிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. இல்லையேல் உற்பத்தி குறைவதுடன் கால்நடைகள் புரதப் பற்றாக்குறையால் நலிவுறும்.

கால்நடைத் தீவனங்களில் கலப்புத் தீவனம் என்றும், பசுந்தீவனம் எனவும் இரு வகை உண்டு. வைக்கோல் ஏறத்தாழ 3% புரதம் இருந்தாலும் அவை கால்நடைகளால் செரிமானம் அடைவதில்லை. புல் வகைகளில் இந்தியப் புல் வகை, மேனாட்டுப் புல் வகை என்று இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன. இந்தியப் புல் வகைகளில் கொழுக்கட்டைப் புல்லில் புரதச்சத்து மிகுதி. மேனாட்டுப் புல் வகை, கினியாப்புல், நேப்பியர் புல் போன்றவையும் வீரிய வகைப் புற்களான கோ1, என்பி21 போன்றவையும் ஓரளவிற்கு புரதச்சத்து மிகுந்தவை. எனவே 5லி. வரையில் கொடுக்கும் பசுவினைப் புல் மட்டுமே அளித்து வளர்ப்பது எளிதாகிறது. புல் வகைகளில் 8%-10% புரதம் உள்ளது.

சில பயிர்வகைகளும் சிறந்த கால்நடைத் தீவனமாக உள்ளன. சோளம், மக்காச்சோளம், கேழ்வரகு போன்ற பயிர்கள் கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. இளம் பயிர்களில் புரதம் மிகுந்துள்ளமையால் இவை சிறந்த தீவனமாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆனால் இந்தியாவில் உணவுப் பற்றாக்குறை உள்ளமையால் இப்பயிர்கள் தானியத்திற்காகவே வளர்க்கப்படுகின்றன. தானியம் நீக்கப்பட்ட பயிரில் புரதச்சத்து குறைவு. அது வெறும் நார்ச்சத்துத் தீவனமாகவே பயன்படுகிறது. இளம் பயிர்களில் 9 - 11% புரதம் உள்ளது.

பயறு வகையைச் சேர்ந்த தானியங்கள் மிகச் சிறந்த புரதமிகு தீவனங்களாகும். குதிரை மசால் எனப்படும் லூசர்ன், பர்சீம், சணப்பை, அகத்தீக்கீரை, வேலி மசால் போன்றவை இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த பயிர்களாகும். குதிரை மசாலில் 22% புரதம் உள்ளது. மற்றப் பயறு வகைகளிலும் 16% க்கும் மேல் புரதம் உள்ளது. இவற்றில் சணப்பைக் கீரை, காராமணி, அவரை, கொத்தவரை, நரிப்பயிறு, கொள்ளு போன்றவை இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த பயிர்களாகும். குதிரை மசால், வேலி மசால், ஸ்டைலோ, சிரோட்ரோ, சென்ட்ரோ, சங்கு புஷ்பம், அகத்தி, சித்தகத்தி, சூபாபுல் போன்றவை பல்லாண்டு பயிறு வகைத் தீவனங்கள். அகத்தி, சூபாபுல் போன்றவை தீவன மரங்களாகும். இவற்றின் இலைகளில் 30% புரதம் உள்ளது. இவை அனைத்தும் புரதம் செறிந்த தீவனங்களாகும்.

சிறந்த கறவை மாட்டின் புரதத் தேவையைப் பசுந்தீவனங்கள் மட்டுமே ஈடுசெய்ய இயலாது என்பதால்



கால்நடைகளுக்குக் கலப்புத் தீவனம் மூலமாகவும் புரதம் அளிக்கப்படுகிறது. கலப்புத் தீவனத்தில் எரிசக்திக்கென்று தானிய வகைகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. எண்ணெய் வித்துகளும் புண்ணாக்கு வகைகளும் புரதச்சத்து மிகுந்த தீவனங்கள். சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் பிண்ணாக்கு வகைகள் கடலைப் பிண்ணாக்கும், எள்ளுப் பிண்ணாக்கும் ஆகும். இவற்றில் 44 - 48% புரதச்சத்து உள்ளது. கறவை மாடுகளுக்கும் வளரும் கன்றுகளுக்கும் இவை மிகவும் தேவை. புரதச்சத்து பால், இறைச்சி உற்பத்திக்கு மட்டுமின்றி உடல் திசு வளர்ச்சிக்கும் தேவை என்பதால் கன்று நிலையிலிருந்தே புரதச் சத்துத் தீவனங்கள் அளிக்க வேண்டும். கன்றுகளில் வளர்ச்சிக்கென ஆளியிதை, புரதச் செறிவுத் தீவனமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. பின்பு தீவனத்தில் கடலை மற்றும் எள்ளுப் பிண்ணாக்கு வகைகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றில் செக்கில் ஆட்டப்பட்ட பிண்ணாக்கு என்றும், எண்ணெய் முற்றிலும் நீக்கப்பட்ட பிண்ணாக்கு என்றும் இருவகைகள் உள்ளன. முதல் வகை பிண்ணாக்கில் பூசணங்கள் வளர்ந்து நச்சுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் என்பதால் அப்பிண்ணாக்கைச் சேமித்து வைப்பதில் கவனம் தேவை. தேங்காய்ப் பிண்ணாக்கும் பயன்படுகிறது.

தற்போது தீவனங்களில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப் படுவது சோயா விதைப் பிண்ணாக்கு. இதில் பூசண வளர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை. இதில் 50%க்கு மேல் புரதம் உள்ளது. புரதச் செறிவு எண்ணெய் வித்துக்களில் பருத்திக் கொட்டை மிகுதியாகக் கலப்பு தீவனத்தில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவற்றிலுள்ள நச்சுப் பொருளை நீக்க இதனை ஊரவைத்து அரைத்துப் பயன்படுத்துவர். புரதமிகு சூபாபுல் விதைகளில் நச்சுப் பொருள் உள்ளமையால் இவற்றை வேகவைத்து அரைத்துக் கொடுக்க வேண்டும். புரதமிகு ஆளியிதை கன்றுகளுக்கு ஏற்ற எண்ணெய் வித்து ஆகும்.

பொதுவாக, கலப்புத் தீவனங்களில் முட்டைக் கோழித் தீவனத்தில் 18% இறைச்சிக் கோழித் தீவனத்தில் 20-22% புரதம் இருக்க வேண்டும். அதற்கு ஏற்றபடி தீவனப் பொருள்கள் சேர்க்கப்பட்டுத் தீவனம் தயாரிக்கப்பட வேண்டும்.

இரா. வசந்தகுமார்

## புரதச் சேர்க்கை

அனைத்து உயிரினங்களிலும் காணப்படும் மிகவும் இன்றியமையாத உயிரிய வேதிப் பொருள் புரதம் (protein) ஆகும். உயர்ந்த மூலக்கூறு எடையை உடைய புரதம்

உயிரினங்கள் உயிர் வாழத் தேவையான உயிரியவேதி வினைகளை (biochemical reaction) ஊக்குவிக்கும் நொதியாகவும் (enzyme), நோய் எதிர்ப்புப் பொருளாகவும், ஒவ்வொரு செல்லிற்கும் தேவையான ஆக்சிஜனை எடுத்துச் செல்வதற்கும், பிற உறுப்புகளை உருவாக்கிப் புதிய திசுக்களை வளர்ச்சியடையச் செய்யும் கட்டப் பொருளாகவும், உடைந்த உறுப்புகளைப் புதுப்பிக்கும் பொருளாகவும் திகழ்கிறது.

உயிரின இயக்கத்தின் போது தேவையான புரதத்தை ஈடுசெய்வது உடல் வளர்ச்சிக்குத் தேவையானது. புரதங்களைத் தயாரிக்கத் தேவையான பொருள்கள் அனைத்தையும் விலங்குகளால் செய்ய இயல்வதில்லை. ஆதலால் பயனாகும் புரதத்தை ஈடுகட்ட அது உணவாக உட்கொள்ளும் பொருள்களை நாட வேண்டியிருக்கிறது. உணவில் புரதம் இன்றியமையாப் பகுதியாகும். எனவே விலங்குகள் உண்ணும் அனைத்து உணவுப் பொருள்களிலும் மிகக் குறைந்த அளவிலாவது புரதம் இருக்கும். வளரும் உயிரினங்களில் புதிய திசுக்கள் தோன்றிய வண்ணம் இருப்பதால் அப்பருவத்தில் புரதத் தேவையும் மிகுதியாகும்.

பண்பு. சாதாரணமாகப் புரதங்களில் கார்பன் 50 - 55%, ஹைட்ரஜன் 6.5 - 7.3%, ஆக்சிஜன் 21 - 24%, நைட்ரஜன் 15-18%, கந்தகம் 0.24% போன்ற தனிமங்கள் கலந்து காணப்படுகின்றன.

பெரும்பாலான புரதங்கள் நீரில் கரைவதில்லை. இவை உப்பு நீரில் கரையும். கரைசல்கள் கூழ்ம (colloid) நிலையில் இருக்கும். கரைசலிலுள்ள மூலக்கூறுகள் தனியே பிரிந்திருக்கும். ஆனால் அவற்றின் நிலையில் சிறிது மாறுதல் நிகழ்ந்தாலும் அவை ஒன்றுக்கடிப் படிவதுண்டு. முட்டையிலுள்ள அல்புமின்களையும் குளோபுலின்களையும் கொதிக்க வைத்தால் திரள்வது போல் திரண்டு விடும். சில நடுநிலை உப்புகளின் அடர் கரைசல்களைப் பயன்படுத்திப் புரதங்களைப் படியச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு புரதமும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும் அடர்த்தியிலும் மட்டுமே படியும். ஆகையால் உப்புக் கரைசலின் அடர்த்தியைச் சிறிது சிறிதாக அதிகரித்துப் பொருளிலுள்ள புரதங்களை ஒவ்வொன்றாகப் படியச் செய்து பிரிக்க வேண்டும்.

புரதங்களைக் கண்டறிய சில நிறவினைகள் (colour reactions) பயன்படுகின்றன. மயிலுத்தமும், காரமும் கலந்து புரதங்களுக்கு ஊதாச் சிவப்பு நிறத்தை அளிக்கின்றன. நைட்ரிக் அமிலத்தில் பாதரசத்தைக் கலந்து புரதங்களைச் சேர்த்தால் வெண்படிவு ரோஜா நிறமாக மாறும். கிளையாக்சிலிக் அமிலமும், கந்தக அமிலமும் புரதங்களுடன்

ஊதா நிறமான வளையத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. கைட்டிக் அமிலம் புரதத்துடன் சேர்ந்து மஞ்சள் நிறம் கொடுக்கும். அம்மோனியா சேர ஆரஞ்சு நிறமாகும். காரிய உப்பின் கரைசல்களில் புரதங்களைச் சூடேற்றினால் பழுப்பு நிறம் தோன்றும்.

**அமைப்பு.** அனைத்துப் புரதங்களும் அமினோ அமிலங்களின் கூட்டுப் பொருள்களால் ஆனவை. சில புரதங்களில் அமினோ அமிலங்கள் தவிர பாஸ்பரஸ், இரும்பு, துத்தநாகம், செம்பு போன்ற கனிமங்களும் உள்ளன. பொதுவாக அமினோ அமிலங்களே புரதத்தில் காணப்படுகின்றன. அவை சக பிணைப்பினால் (covalent bond) இணைக்கப்பட்டுக் கிளைகளில்லாத மிகவும் நீளமான சங்கிலி போன்ற புரத மூலக்கூற்றை உருவாக்குகின்றன. சகப் பிணைப்பு ஓர் அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்சில் தொகுதி. பிறிதோர் அமினோ அமிலத்தின் தொகுதியுடன் இணைவதால் உருவாகிறது. இதற்குப் பெப்பைடு பிணைப்பு (peptide bond) என்று பெயர். புரத மூலக்கூறுகளில் பெரும்பாலான பெப்பைடு பிணைப்பு காணப்படுவதால் புரதங்களைப் பாலி பெப்பைடுகள் (polypeptide) என்பர்.

புரத மூலக்கூறில் அமினோ அமிலங்கள் பெப்பைடு பிணைப்புகளால் வரிசையாக இணைந்து நீளமான மூலக்கூற்று அமைப்பைத் தருகின்றன. இதற்கு முதல் நிலை அமைப்பு (primary structure) என்று பெயர். அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள அமினோ அமிலங்கள் ஒன்றோடொன்று ஊடுவினை (interaction) புரிந்து இரண்டாம் நிலை அமைப்பைக் கொடுக்கின்றன. இந்த அமைப்பில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு முதன்மைப் பங்காற்றுகிறது. தொலைவில் அமைந்த அமினோ அமிலங்களின் 'R' தொகுதி, (R group) உள்வினைப் புரிவதால் புரதத்தின் மூன்றாம் நிலையமைப்பு உருவாகிறது. இதனால் புரத மூலக்கூறு சுருண்டும், மடிக்கப்பட்டும் காணப்படுகிறது. புரதம் தன் பணியினைச் சரிவர செய்ய இவ்வமைப்பு மிகவும் இன்றியமையாதது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாலிபெப்பைடும் மற்றொன்றுடன் ஊடுவினை புரிந்து நான்காம் நிலை அமைப்பினைக் (quaternary structure) கொடுக்கின்றது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புரதக்கூறுகளையுடைய நொதிகள் சீராகப் பணியாற்ற நான்காம் நிலை அமைப்பு மிகவும் இன்றியமையாதது.

**வேதிப் பொருள்களின் இணைப்பினைப் பொறுத்து** எளிய புரதம் (simple proteins), கூட்டுப் புரதம் (conjugated protein) என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

எளிய புரதம் நீரால் முறிக்கப்படும்போது அமினோ அமிலத்தை மட்டுமே தருகிறது. கூட்டுப் புரதம் நீரால் முறிக்கப்படும்போது அமினோ அமிலம் தவிரக் கரிம, கனிமக் கூட்டுப் பொருள்களையும் தருகிறது. கூட்டுப் புரதத்தில் காணப்படும் அமினோ அமிலமற்ற பகுதிக்குச் புராஸ்தடிக் தொகுதி (prosthetic group) என்று பெயர். இத் தொகுதியை அடிப்படையாகக் கொண்டு புரதத்தைப் பிரிக்கலாம். அவை நியூக்ளியோ புரதம், கொழுப்பு புரதம், பாஸ்போ புரதம், உலோகப் புரதம், சர்க்கரைப் புரதம் ஆகும்.

**புரத வடிவம்.** புரதத்திற்குப் புரதம் வடிவம் வேறுபடுகிறது. புரத மூலக்கூறுகளின் எடை ஐயாயிரத்திலிருந்து ஒரு மில்லியனுக்கும் மேல் வேறுபடுகிறது. ஒரே வகையான பணியைச் செய்யக்கூடிய புரதங்களிலும் அமைப்பு வேறுபடுகிறது. எ-டு: நொதி.

**புரதச் சேர்க்கை.** புரதச் சேர்க்கைக்குத் தேவையானவை எம்.ஆர்.என்.ஏ (MRNA), ரைபோசோம், DRNA, அமினோ அமிலம் கூடுதல் ஆற்றலைத் தரக்கூடிய கூட்டுப் பொருள் நொதி போன்றவையாகும்.

புரதச் சேர்க்கைக்கு வார்ப்பாக (template) பயன்படுவது (MRNA) எம்.ஆர்.என்.ஏ. ஆகும். இது மரபுப் பொருளான டி.என்.ஏ.க்கு (DNA) ஆக தயாரிக்கப்படுகிறது. தான் உற்பத்திச் செய்ய வேண்டிய புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசை பற்றிய விவரம் உள்ளது. எனவே DNA உயிரியலின் முதன்மை மூலக்கூறாகக் கருதப்படுகிறது. முதல்நிலை உயிரினங்களின் (prokaryotes) ஏனைய செல் உறுப்புகளிலிருந்து தனியே பிரிக்கப்பட்டு இருப்பதில்லை. ஆனால் முழுமைப் பெற்ற உயிரினங்களில் DNA தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டு உட்கருவில் உள்ளது. இந்த உயிரினங்களில் புரதச் சேர்க்கை நடைபெறும் இடம் சைட்டோப்பிளாசம் (cytoplasm) ஆகும். எனவே உட்கருவில் தயாரிக்கப்படும் MRNA, சைட்டோப் பிளாசத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்ட புரதச் சேர்க்கை பயன்படுகிறது.

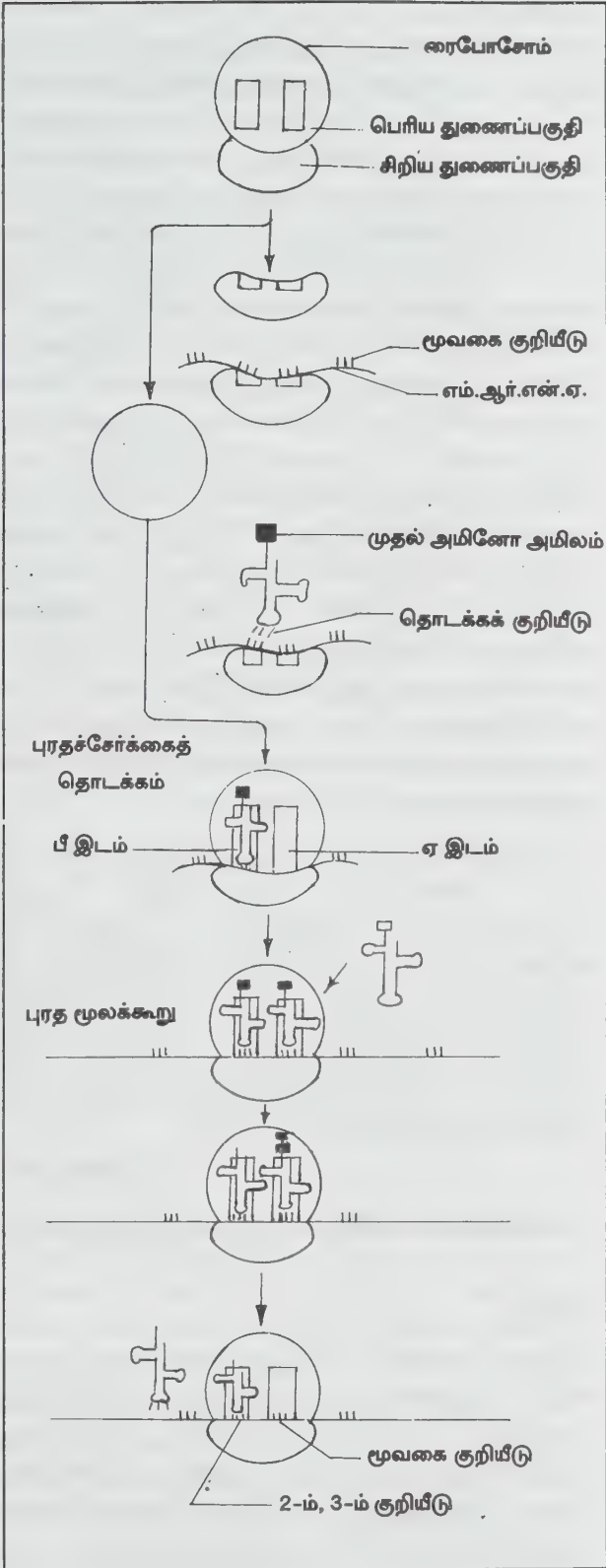
அமினோ அமிலம் அமினோத் தொகுதியையும் (amino group), கார்பாக்சில் (carboxyl) தொகுதியையும் உடையது. இயற்கையில் காணப்படும் அமினோ அமிலங்களில் 20 மட்டுமே புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. செல்லில் காணப்படும் மிக நுண்ணிய உறுப்பு ரைபோசோம் ஆகும். ஒவ்வொரு ரைபோசோமும் சிறியதும், பெரியதுமான இரண்டு துணைப் பகுதிகளை உடையது. இந்த ரைபோசோம் பகுதிகள் புரதச் சேர்க்கைக்கு துணைபுரியும் புரதங்களையும் RRNA களையும் உடையவை. இந்தத் துணைப்பகுதிகள் பிரிந்து



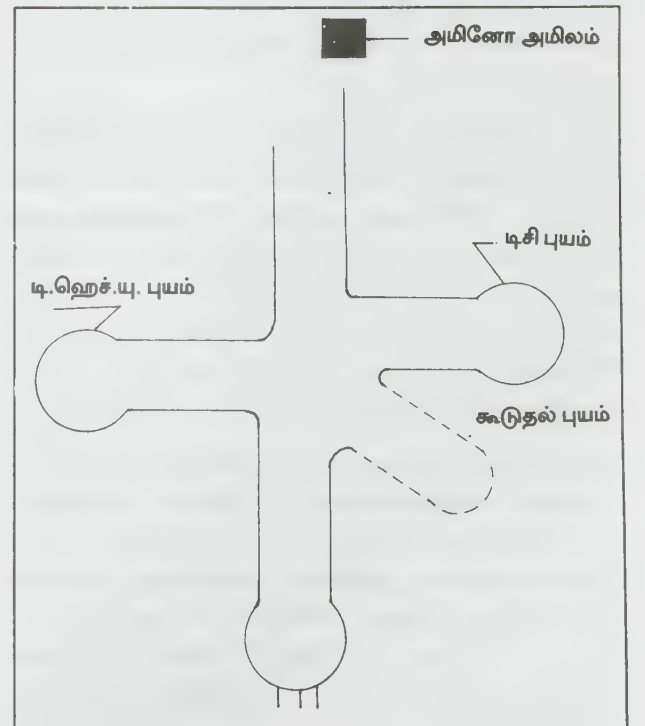
இணையக்கூடிய தன்மையை உடையவை. புரதச் சேர்க்கையின்போது துணைப் பகுதிகள் இணைந்து பணியாற்றுகின்றன. ரைபோசோமில் 'பி' (P) இடம் (peptidyl site) 'ஏ' இடம் (aminoacyl site) ஆகியவை உள்ளன. 'டி' இடம் வளரும் புரத மூலக்கூறு தங்குவதற்கும் 'ஈ' இடம் புரதச் சேர்க்கையில் பங்கேற்கும் புதிய அமினோ அமிலம் தாங்கிய DRNA தங்குவதற்கும் பயன்படுகின்றன.

DRNA க்கள் குறைந்த மூலக்கூற்று எடையை உடைய RNA வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை அகங்கை (clouer) வடிவை உடையவை. இவற்றின் ஒரு புயத்தில் அமினோ அமிலத்தை இணைப்பதற்குத் தேவையான அமைப்பு உள்ளது. அதன் எதிர்ப்புயத்தில் MRNA இல் உள்ள மூவகைக் குறியீட்டுக்கு (triplet codon) எதிர்க்குறியீடு (anti codon) உள்ளது.

MRNA-இல் அடுத்தடுத்து அமைந்த மூன்று நியூக்ளையோடைடுகள் மூவகைக் குறியீடுகள் ஆகும். ஒரு மூவகைக் குறியீடு, அதற்கு எதிர்க்குறியீடு உடைய DRNA மூலம் அதற்குரிய அமினோ அமிலத்தைப் புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபட வகை செய்கிறது. ERNA, M(RNA) உள்ள மூவகைக் குறியீட்டுக்கும் புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் அமினோ அமிலத்துக்கும் தொடர்பாக அமைந்து



படம் 1 புரதச்சேர்க்கை



படம் 2 ஆர்.என்.ஏ

புரதமூலக்கூறு நீள்வதில் பெரும் பங்காற்றுகிறது. எனவே ஃபிரான்ஸில் கிரிக் என்னும் அறிஞர் இதனை ஏற்பவர் (adapter) என்றே குறிப்பிட்டார். கூடுதல் ஆற்றலைத் தரக்கூடியவை (ATP), GTP போன்ற கூட்டுப் பொருள்கள் ஆகும். இவற்றின் பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகள் முறியும் போது வெளிப்படும் ஆற்றலே புரதச் சேர்க்கையில் பயன்படுகிறது. புரதம் மிகச் சிக்கலான கூட்டமைப்பாக இருந்த போதிலும் அதன் சேர்க்கை உயிரினங்களில் எண்ணிலடங்கா வேகத்துடன் தவறின்றி நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மனிதனின் உணவுப் பாதையில் வசிக்கும் இகோலி (E. Coli) எனும் பாக்டீரியாவில் 100 அமினோ அமிலங்கள் அடங்கிய புரதச் சேர்க்கைக்கு ஆகும் ஐந்து நொடிகளேயாகும்.

புரதச் சேர்க்கை ஐந்து விரிவான நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. முதல் நிலையில் அமினோ அமிலம் தூண்டப்பட்டு DRNA-உடன் இணைக்கப்படுகிறது. ATP-இன் ஆற்றலோடு அமினோ அசைல் DRNA சிந்தேஸ் (amino acyl TRNA synthetase) என்னும் நொதி இவ்வினைகளை ஊக்குவிக்கிறது. ஒவ்வொரு அமினோ அமிலமும் அதற்குரிய DRNA உடன் அதற்கென்று உள்ள நொதியில் இணைக்கப்படும். ஒரு வேளை தவறுதலாக ஓர் அமினோ அமிலம் வேறு DRNA-உடன் இணைக்கப்பட்டால் உடனே இது துண்டிக்கப்பட்டுச் சரியான DRNA -உடன் இணைக்கப்படுகிறது.

இரண்டாம் நிலையில் புரதச்சேர்க்கை தொடங்குகிறது. முதலில் ரைபோசோமின் துணைப் பகுதிகள் பிரிகின்றன. அடுத்து சிறிய துணைப் பகுதி mRNA உடன் இணைகிறது. இதனால் முதல் மூவகைக் குறியீடு (triplet codon) இடத்திற்கு எதிராக அமைகிறது. உடனே முதன் அமினோ அமிலம் தாங்கிய DRNA 'B' இடத்திற்கு வருகிறது. அதனை அடுத்துப் பெரிய துணைப்பகுதி சிறிய துணைப்பகுதியாகச் சேர்கிறது.

மூன்றாம் நிலையில் புரதம் நீள்கிறது. இரண்டாம் அமினோ அமிலம் தாங்கிய DRNA இரண்டாம் மூவகைக் குறியீட்டுக்கு எதிரே உள்ள A இடத்தில் அந்தக் குறியீட்டுக்குரிய அமினோ அமிலத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. தவறான அமினோ அமிலம் கொண்டு வரப்பட்டால் அது உடனே நீக்கப்படுகிறது. அடுத்து முதல் அமினோ அமிலத்தின் கார்பாக்சில் தொகுதி இரண்டாம் அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதியுடன்

இணைக்கப்பட்டு முதல் பெப்டைடு பிணைப்பு உருவாக்கப்படுகிறது. அடுத்து ரைபோசோம் ஒரு மூவகைக் குறியீட்டுத் தொலைவு நகர்கிறது. இதனால் A இடம் மூன்றாம் குறியீட்டுக்கு எதிர்ப்புறம் அமைகிறது. B இடம் இரண்டாம் குறியீட்டுக்கு எதிர்ப்புறம் அமைகிறது. ஆக இரண்டு அமினோ அமிலங்களைத் தாங்கிய DRNA 'B' இடத்தில் அமைகிறது. மூன்று B இடத்தில் இருந்த முதல் அமினோ அமிலம் நீக்கப்பட்ட DRNA விடுபட்டு விடுகிறது. இதனை அடுத்த மூன்றாம் குறியீட்டுக்கு உரிய அமினோ அமிலம் கொண்டு வரப்பட்டு இரண்டாம் பெப்டைடு உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு ரைபோசோம் நகர்வதால் mRNA உள்ள மூவகைக் குறியீட்டு வரிசைக்கு ஏற்ப அமினோ அமிலங்கள் சேர்க்கப்பட்டுப் புரத மூலக்கூறு நீள்கிறது. நகரும் ரைபோசோம் குறிப்பிட்ட மூவகைக் குறியீடுகளை அடையும்போது புரதச் சேர்க்கை நிறைவு பெறுவதற்கான குறிப்பை உணர்கிறது. ஏனென்றால் அத்தகைய குறியீடுகள் எந்த அமினோ அமிலத்தையும் குறிப்பதாக இரா. எனவே புரதச் சேர்க்கை நிறைவு பெறுகிறது. இது நான்காம் நிலையாகும். உடனே புரதச்சேர்க்கையில் ஈடுபட்டுள்ள ரைபோசோம் mRNA மற்றும் புரதங்கள் தனித்தனியே பிரிந்து புரதச்சேர்க்கையை நிறைவு செய்கின்றன.

இறுதியான ஐந்தாம் நிலையில் புரதம் பண்பட்டு அதன் பணிக்கேற்ப மடிக்கப்பட்டு முப்படி வடிவமைப்பைப் பெறுகிறது. இம்முப்படி வடிவமைப்பிலுள்ள புரதமே அதன் பணியைச் செம்மையாக செய்ய இயலும். புரதம் மிகுதியாக உற்பத்தியாகும் திசுக்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ரைபோசோம்கள் mRNA-இல் நகர்ந்து பெரும் புரதமூலக்கூறுகளை ஒரே சமயத்தில் உருவாக்குகின்றன.

ஜெயக்குமார்

## புரதம்

இது தாவர, விலங்கின புரோட்டோபிளாசத்தில் (protoplasm) இருக்கும் நைட்ரஜன் சேர்மம் ஆகும். protein என்ற சொல் கிரேக்க மொழிச் சொல்லான புரோட்டியோசிஸிலிருந்து (Proteios)வந்தது. புரோட்டியோஸ் என்றால் முதன்மை என்று பொருள். இவற்றின் மூலத்திற்கேற்ப இவற்றின் இயைபு வேறுபடுகிறது. கார்பன் 46 - 55%, ஹைட்ரஜன் 6 - 9%,



ஆக்சிஜன் 12 - 30%, நைட்ரஜன் 10 - 32%, கந்தகம் 0.2 - 0.3%, பாஸ்பரஸ் (நியூக்கிளியோபுரதங்கள்), இரும்பு (ஹீமோகுளோபின்) போன்ற தனிமங்களும் காணப்படுகின்றன.

புரதங்கள் அமினோ அமிலங்களால் ஆன பல்லுறுப்பிகளாகும். எனவே இவற்றை நீராற்பகுக்கும் போது இறுதியில் அமினோ அமிலங்கள் கிடைக்கின்றன.

புரதம் -----> பாலிபெப்டைடுகள் -----> பெப்டைடுகள்

-----> அமினோ அமிலங்கள்

பெப்டைடுகளையும், புரதங்களையும் தனியே வரையறுக்க முடியாது. மூலக்கூறு எடை 10,000க்கு மேல் கொண்டவற்றை புரதங்கள் என்றும், அதற்குக் கீழ் உள்ளவற்றைப் பெப்டைடுகள் என்றும் கூறலாம். புரதங்களுக்கும், பெப்டைடுகளுக்கும் இடையேயுள்ள மூலக்கூறு எடை வேறுபாடுகளால் அவை இயற்பிய, வேதிப் பண்புகளில் வேறுபடுகின்றன.

புரதங்கள் கூழ்நிலை வடிவமானவை. எனவே இவற்றிற்குச் சரியான உருகுநிலை கிடையாது; ஒரு சில புரதங்கள் படிக வடிவிலும் உள்ளன. இவை ஈரியல்புத் தன்மை (amphoteric) உடையவை. கரைசலின் pHஐ பொறுத்து இவை நேரயனியாகவோ, எதிரயனிகளாகவோ செயல்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புரதத்திலும் ஒரு குறிப்பிட்ட pH இல் நேரயனிகளும், எதிரயனிகளும் சமமாக இருந்து நடுநிலையாகின்றன. இதனால் புரத மூலக்கூறில் மின்சுமை ஏதும் இருப்பதில்லை; மின்புலத்தைச் செலுத்தினாலும் அவை மின்முனைகளை நோக்கி நகர்வதில்லை. புரதத்தின் இந்நிலை மின்சுமைமாய் நிலை (isoelectric point) எனப்படும். இந்த குறிப்பிட்ட pH இல் புரதம் எளிதில் வீழ்படிவாகின்றது. மேலும் புரதக் கரைசலின் சவ்வு அழுத்தம் (osmotic pressure), பாருத்தன்மை (viscosity) ஆகியனவும் சிறுமமாக உள்ளது. புரதங்களின் ஈரியல்புத் தன்மைக்குக் காரணம் அமினோ அமிலங்களில் நிறைந்திருக்கும் அமில, காரத் தொகுதிகளே. அனைத்து புரதங்களும் ஒளி சுழற்றும் தன்மை (optically active) வாய்ந்தவை. இவற்றை வெப்பம், அமிலம், காரம், உப்புகள், நீருடன் கலக்கும் கரிமக் கரைப்பான்கள் போன்றவற்றால் வீழ்படிவாக்கவோ, திரளவோ (coagulation) செய்யலாம். இவ்வாறு புரதங்களை வீழ்படிவாக்குவதற்கு இயற்றன்மை நீக்கம் (denaturation) என்று பெயர்; வீழ்படிவான புரதங்கள் வீழ்படிவாக்கப்பட்ட புரதம் (denatured protein)

எனப்படுகின்றன. இது மின்சுமை மாய்நிலையில் எளிதில் திகழ்கிறது. இவை வீழ்படிவாவதற்குக் காரணம் இவற்றின் மூலக்கூறில் ஏற்படும் அமைப்பு வச (conformation) மாறுதலே ஆகும். இயற்றன்மை நீக்கத்தால் புரதத்தின் ஒளி சுழற்றும் தன்மையும், உயிரியல் பண்புகளும் மாறுதலடைகின்றன. பொதுவாக இயற்றன்மை நீக்கம் ஒரு மீளா வினை. ஆனால் தற்காலத்தில் இது மீளும் முறை எனக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது.

### வண்ண வினைகள்

பையூரட் வினை. மிக நீர்த்த தாமிர சல்ஃபேட் கரைசலைக் காரப் புரதக் கரைசலுடன் சேர்த்தால் சிவப்பு அல்லது நீலநிறமாக மாறுகிறது. பையூரட் வினை புரதங்களில் -CO-NH-CHR-CO-NH- தொகுதிகள் இருப்பதால் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது.

மில்லன் வினை. நைட்ரஸ் அமிலம் கலந்த மெர்க்குரிக் நைட்ரேட்டுக் கரைசலை (Millans reagent) புரதக் கரைசலுடன் சேர்க்கும்போது வெண்ணிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது. இதனை சூடுபடுத்தினால் சிவப்பாக மாறுகிறது.

சாந்தோபுரோட்டிக் வினை. புரதங்களுடன் அடர் நைட்டிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது மஞ்சள் நிறம் உண்டாகிறது. அக்கரைசலுடன் காரத்தைச் சேர்த்தால் ஆரஞ்சு நிறம் உண்டாகிறது.

நின்ஹைட்ரின் வினை. அமினோ அமிலங்களைப் போலவே புரதங்களும் நின்ஹைட்ரின் வினையைக் கொடுக்கின்றன. ஆனால் இவ்வினையால் உண்டாகும் நிறங்கள் மாறுபடுகின்றன.

மூலக்கூறு நிறை கண்டுபிடித்தல். மீமைய விலக்கு படிதல் முறை (ultra centrifugal sedimentations), சவ்வு அழுத்தக் கண்டுபிடிப்புகள், எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விலகல் (x-ray diffraction), ஒளிச் சிதறல் விளைவுகள் (light scattering effects), வேதிப் பகுப்பாய்வுகள் போன்ற முறைகளைப் பயன்படுத்தி புரதங்களின் மூலக்கூறு நிறைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். வேதிப் பகுப்பாய்வில் ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தை மதிப்பிட்டு, அதிலிருந்து ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்தின் மோல் வீதங்கள் கணக்கிடப்படுகிறது.

வகைகள். புரதங்களில் பல வகை உள்ளன. அவற்றின் இயற்பிய, பண்புகளுக்கேற்ப, குறிப்பாக கரைதிறனுக்கு ஏற்ப சாதாரண (simple), இணை

(conjugated), புரதங்களிலிருந்து பெறப்பட்டவை (derived) என மூன்று வகைப்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு வகையும் மேலும் சிறுசிறு பிரிவுகளாகப் பொதுப் பெயர்களால் பிரிக்கப்படுகின்றன.

சாதாரணப் புரதங்கள். இவற்றை நீராற்பகுக்கும் போது அமினோ அமிலங்களையோ அவற்றின் பெறுதிகளையோ கொடுக்கின்றன. இவை மேலும் அல்புமின்கள் (நீரிலும், அமில, காரங்களில் கரையக் கூடியவை எ-டு: சீரம் அல்புமின், முட்டை அல்புமின்), குளோபுமின்கள் (நீரில் கரையாதவை; நீர்த்த அமில, காரங்களில் கரைபவை எ-டு: சீரம் குளோபுலின்; தாவர குளோபுலின், புரோலமின்கள், குளுட்டெலின்கள்), செலரோபுரதங்கள் (scleroproteins), கொல்லாஜன்கள், எலாஸ்டின்கள் (elastins), கார புரோட்டீன்கள் (basic proteins), ஹிஸ்டோன்கள் (histones), புரோட்டமின்கள் (protamines) எனப் பல வகைப்படுகின்றன.

இணைப் புரதங்கள். இவை ஒரு புரதமில்லாத தொகுதியையும் (prosthetic group) (அதாவது அமினோ அமிலத் தொகுதிகள் இல்லாதவை) கொண்டிருக்கின்றன. நியூக்கிளியோ புரதங்களில் நியூக்ளிக் அமிலமும், குரோமோபுரதங்களில் நிறமுள்ள உலோக அயனிகளும், கிளைக்கோபுரதங்களில் கார்போஹைட்ரேட்டுகளும், பாஸ்போபுரதங்களில் பாஸ்போரிக் அமிலமும் புரதமில்லாத தொகுதிகளாக உள்ளன.

புரதங்களிலிருந்து பெறப்பட்டவை. புரதங்களை அமில, காரங்களால் அல்லது நொதிகளால் நிலையிறக்கம் செய்யும்போது கிடைப்பவை இவை.

புரதம்----->முதனிலை புரோட்டியோசன்கள் -----> இரண்டாம் நிலை புரோட்டியோசன்கள்-----> பெப்டோன்கள்-----> பாலிபெப்டைடுகள் -----> சாதாரண பெப்டைடுகள் -----> அமினோ அமிலங்கள்

அமைப்பு. புரதங்கள் அமினோ அமிலங்களால் ஆனவை. எனவே அமினோ அமிலங்கள் எவ்வாறு இணைந்து புரத மூலக்கூற்றை உருவாக்குகின்றன என்பதே புரத அமைப்பை அறிவதாகும். ஃபீஷர், ஹாஃப்மெய்ஸ்டர் ஆகியோர் புரதங்களில் அமினோ அமிலங்கள் நீள் தொடராக பெப்டைடு பிணைப்பால் இணைந்துள்ளன என்று கூறினர். ஒரு புரதத்தின் அமைப்பை அறிய முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட புரத மாதிரியை (sample) எடுத்து அதில் அமினோ அமிலங்கள் எத்தனை மோல்கள் உள்ளன என்பதைக் கண்டறிய வேண்டும். இதனைப் பின்வருமாறு

கண்டுபிடிக்கலாம். கொடுக்கப்பட்டுள்ள புரத மாதிரியை நீராற்பகுக்கும்போது அதில் உள்ள அனைத்து பெப்டைடு பிணைப்புகளும் பிளவுற்றுத் தனித்தனி அமினோ அமிலங்களாகின்றன. பின்னர் குழாய் நிறப்பிரிகையின் (column chromatography) மூலம் அவற்றைப் பிரித்தெடுக்கும் போது நிறப்பிரிகை வரைப்படம் (chromatogram) கிடைக்கிறது. சவ்வூடு அழுத்தம் முறை அல்லது மீமைய விலக்கி முறையைப் பயன்படுத்தி புரதத்தின் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டுபிடித்த பின்னர், ஒரு மோல் புரதத்தில் எத்தனை மோல்கள் அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன என்பதைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

புரதங்கள் சிக்கலான முப்பரிமாண அமைப்புடையவை. இவ்வமைப்புகள் பல காரணங்களால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் அமைப்பு நான்கு நிலைகளில் விளக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நிலையும் முந்திய நிலையைவிட சிக்கலாக உள்ளது.

முதனிலை அமைப்பு. புரதங்களில் பெப்டைடு பிணைப்புகளால் இணைந்திருக்கும் அமினோ அமிலங்களின் வரிசையைக் (sequence) கண்டறிவதே முதனிலை அமைப்பு (primary structure) ஆகும். புரதங்களில் அமினோ அமில வரிசையைக் கண்டுபிடிக்க கடைத் தொகுதி பகுப்பாய்வு (end group analysis) பயன்படுகிறது. இவ்வாய்விலிருந்து பின்வரும் உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

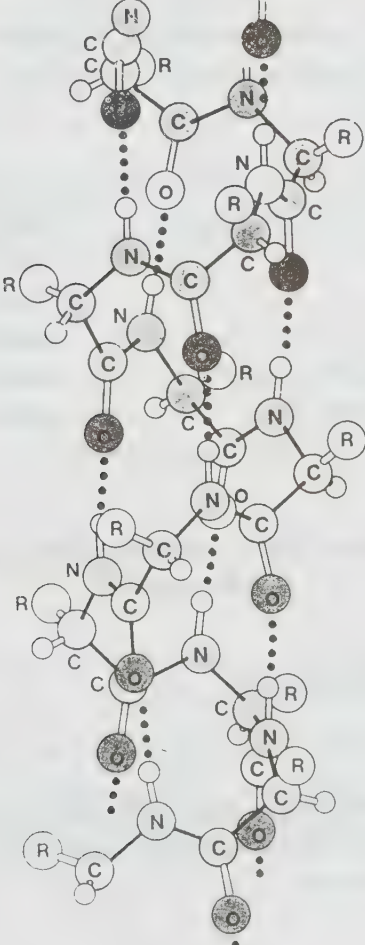
1. புரதங்கள் அமினோ அமிலங்களாலேயே ஆக்கப்பட்டுள்ளன.
2. புரதங்களில் அநேக அமினோ அமிலச் சங்கிலித் தொடர்கள் இருக்கலாம். அவை டைசல்ஃபைடு பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.
3. இந்த டைசல்ஃபைடு பிணைப்பும் சிஸ்டீன் (cysteine) மூலக்கூறுகளுக்கிடையே தான் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.
4. அமினோ அமிலங்கள் புரதங்களில் குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைந்திருப்பதில்லை. இவ்வரிசையில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால் புரத அமைப்பிலும் இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளிலும் பெருமளவு மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

இரண்டாம் நிலை அமைப்பு. அமினோ அமிலங்கள் புரதத்தில் எந்த அமைப்பில் இணைந்துள்ளன என்பதை இரண்டாம் நிலை அமைப்பு (secondary structure) விளக்குகிறது. இவை சுருள் வளையங்களாக (helix)



அமைந்துள்ளன. இவை வலப்புறச் சுருளாகவோ (right handed helix,  $\alpha$ -helix), இடப்புறச் சுருளாகவோ (left handed helix,  $\beta$ -helix) அமையலாம். வலப்புறச் சுருள் இடப்புறச் சுருளைவிட நினைப்பதன் கன்மை வாய்ந்தது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் முனைவுடையத் தொகுதிகளுக்கிடையே ஏற்படும் மின்முனைக் கவர்ச்சி (electrostatic force) மூலக்கூறுகளிடை. உள் பிணைப்புகள் (inter and intra molecular bonds) போன்றவை புரத அமைப்பைப் பாதிக்கின்றன. எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விலகல் ஆய்வுகள் மூலம் ஒரு சுருள் வளையத்தில் கிட்டத்தட்ட 3, 6 அமினோ மூலக்கூறுகள் இருப்பது தெரிய வந்துள்ளது.

இரண்டு விதங்களில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை அதிகப்படுத்தலாம். இவ்விரண்டு வடிவங்களும் இயற்கையில் கிடைக்கும் பொருள்களில் காணப்படுகின்றன. அமினோ அமிலங்களில் இருக்கும் R தொகுதி கிளைசீனில் (ஹைட்ரஜன்) உள்ளது போல் சிறியதாக இருந்தால் தாள் அமைப்பு (sheet structure) உண்டாகிறது. அவ்வாறு இல்லாமல் R தொகுதி பெரியதாக இருந்தால் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை அதிகப்படுத்தச் சுருள் வளைய அமைப்பு உண்டாகிறது. இதில்



R தொகுதிகள் சுருள் வளையத்திற்கு வெளியேதான் அமைந்திருக்கின்றன. இதனால் புரத அமைப்பு இத்தொகுதிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேற்கூறிய அமைப்புகளை கண்டுபிடித்து விளக்கியவர்கள் லைனஸ் பாலிங்கும், ஆர். பி. கோரே என்பாரும் ஆவார்.

மூன்றாம் நிலை அமைப்பு. முதல் இரண்டு நிலைகள் புரதங்களில் அமினோ அமில வரிசையையும் சுருள் வளைய அமைப்பையும் விளக்கியது போலவே மூன்றாம் நிலை அமைப்பில் (tertiary structure) சுருள் வளையத்தை ஒடித்து மடக்குவதால் உண்டாகும் அமைப்பை விளக்குகிறது. இதுவே புரதத்தின் நிலையான அமைப்பாகும். குளோபியூலர் புரதங்களில் மூன்றாம் நிலை அமைப்பு காணப்படுகிறது. இதில் சுருள் வளையங்கள் மடிக்கப்பட்டு உருண்டை போல் காணப்படுகின்றன. ஆனால் நார் போன்ற புரதங்களில் இரண்டாம் நிலை அமைப்பே காணப்படுகிறது. முடி, கம்பளியில் காணப்படும்  $\alpha$ -கெரோட்டின் மூன்று ஆல்ஃபா சுருள் வளையங்கள் ஒன்றுக்கொன்று பிணைந்து ஒரு நீள தண்டுபோல் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் பட்டு இழையில் தாள் அமைப்பு காணப்படுகிறது.

நான்காம் நிலை அமைப்பு. நார் புரதங்களும், குளோபியூலர் புரதங்களும் ஒரே ஒரு அல்லது பல பாலிபெப்டைடு தொடர்களைக் கொண்டிருக்கலாம். நான்காம் நிலை அமைப்பு (quaternary structure) புரதத்தின் அளவைக் குறிக்கிறது. காட்டாக, இயற்கையில் உள்ள ஹீமோகுளோபினில் நான்கு பாலிபெப்டைடுத் தொடர்கள் ஒருங்கே இணைக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தொடரும் புரோட்டோமர்கள் (protomers) அல்லது துணை அலகுகள் (sub units) எனப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புரோட்டோமரும் ஒரே மாதிரியாகவோ மாறுபட்டதாகவோ இருக்கலாம். இவற்றை யூரியாக கரைசலில் கரைப்பதன் மூலம் தனித்தனியாகப் பிரிக்கலாம். குறிப்பிட்ட இடத்தில் இருக்க வேண்டிய அமினோ அமிலம் மாறுதலடையும்போது புரத அமைப்பு மட்டுமல்லாமல் அதன் உயிரியல் பண்பும் மாறுகிறது. காட்டாக, ஹீமோகுளோபினில் இவ்வாறு நேர்ந்தால் அதன் ஆக்சிஜன் பரிமாற்றம் செய்யும் பண்பு தடைப்படுகிறது.

## புரத வளர்சிதை மாற்றம்

உட்கொள்ளப்படும் புரதம் நன்கு செரிக்கப்பட்டு, அதன் விளைவான அமினோ அமிலங்கள் குருதியில் சேருவதே புரதத்தின் வளர்சிதை மாற்றம் ஆகும்.

மனிதன் புல்லையும் புழுவையும் உண்ணாவிடிலும் புல்லைத் தின்னும் கால்நடைகளையும், புழுவைத் தின்னும் பறவைகளையும் உண்கிறான். இதனால் புல்லிலும் புழுவினும் உள்ள புரதத்தை மறைமுகமாகப் பெற்று தசை,

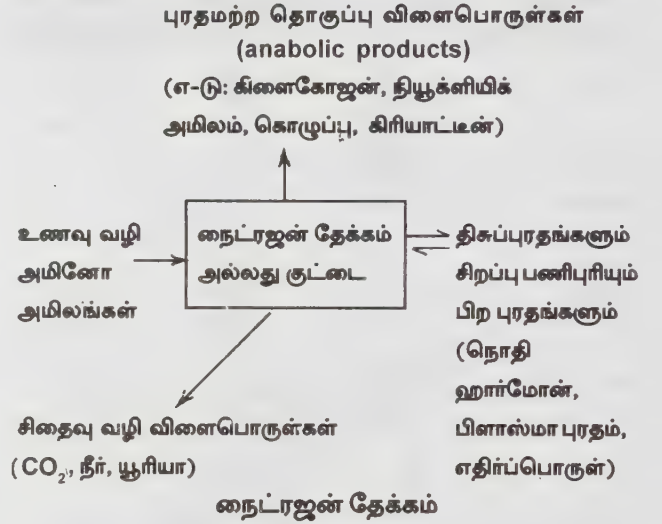
தோல், நொதி, ஹார்மோன், குருதிச் சிவப்பு அணு ஆகியனவற்றைத் தொகுத்துக் கொள்கிறான்.

புரதச் செரிப்பு நிகழ்வின் இறுதி விளைபொருள்களான அமினோ அமிலங்கள் சிறு குடலின் சுவர்களின் வழியாக உறிஞ்சப்பட்டு, வாயில் சிரை (portal vein) வாயிலாக குருதிச் சுற்றை அடைகின்றன. இது கூழ்மப் பிரிப்பு வழிமுறையால் நிகழ்வதன்று. சிறுகுடல் சீதச்சவ்வு (intestinal muscosa) மீது நிகழும் வேதி வினை வழி அமினோ அமிலங்கள் குருதிச் சுற்றை அடைகின்றன. சில நேரங்களில் சிறாரின் உடலில் புரதங்களே நேரடியாக உறிஞ்சப்படலாம். இது அக் குழந்தையின் வாழ்நாள் முழுதும் ஒரு பெரும் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

எந்தவோர் அமினோ அமிலமும் கீழ்க்கண்டவற்றுள் ஒரு செயல்முறைக்குள்ளாகிறது. புதிய புரதங்களைத் தொகுக்கவோ, பழையனவற்றை பழுது பார்க்கவோ பயன்படுகின்றன; நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் ஹீம் (heme), கிரியாட்டின் போன்ற நைட்ரஜனை உள்ளடக்கிய புரதமில்லாத பொருள்களைத் தொகுக்கப் பயன்படுகின்றன; பின்னர் சிதைவுறுகின்றன (catabolished); இங்கு இம்மூலக்கூறின் அமினோ தொகுதி அம்மோனியா வாக அகற்றப்படுகிறது. இவ்வழிமுறைக்கு ஆக்சிஜனேற்ற வழி அமீன் நீக்கம் (oxidative deamination) எனப் பெயர். இவ்வம்மோனியா யூரியாவாக மாற்றப்பட்டுச் சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஓர் அமினோ அமிலத்தின் அமினோ தொகுதி மற்றொரு மூலக்கூறுடன் இணைக்கப்பட்டு புதிய அமினோ அமிலத்தை உருவாக்கலாம். இது அமீன் மாற்றம் (transamination) எனப்படுகிறது. இவ்வழிமுறையின் மூலம் மனித உடல் சில அமினோ அமிலங்களிலிருந்து வேறுசில அமினோ அமிலங்களை உருவாக்கும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. அமினோ அமிலம் நிலையிறக்கத் திற்குள்ளாகி, கார்பன் டை ஆக்சைடு, நீர், உடலினால் பயன்படுத்தக்கூடிய நைட்ரஜனல்லாத சேர்மங்கள் ஆகியவற்றை உருவாக்கலாம். சில அமினோ அமிலங் களைப் பயன்படுத்திக் கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளையும், கொழுப்புப் பொருள்களையும் தோற்றுவிக்கலாம்.

நைட்ரஜன் சமச்சீர்மையும், உடல்புரதங்களின் இயங்கு நிலையும். ஒழுங்கான உணவு உட்கொண்டு உடல் நலத்துடன் கூடிய ஒருவர் உட்கொள்ளும் அளவு நைட்ரஜனையே வெளிவிடுவாராகில், அவர் நைட்ரஜன் சமநிலை அமைப்பு பெற்றவராகக் கருதப்படுவார். இந்நிலையைப் பாதுகாப்பதற்குப் பல

காரணிகள் வித்திடுகின்றன. உணவிலுள்ள புரதவழி அமினோ அமிலங்கள் யாவும் நைட்ரஜன் குட்டையை (nitrogen pool) அமைப்பனவாகக் கருதப்படும். குருதி, செல்லிடை, செல்புற நீர்மங்களில் இடம்பெறும் அமினோ அமிலங்கள் யாவும் இந்நைட்ரஜன் குட்டையின் பல்வேறு பகுதிகளாகும். இடையறாது நிலையிறக்கமும் உயிர்தெழுதலும் நிகழ வாய்ப்புள்ள உடல் திசுக்களிலிருந்து இவ்வமினோ அமிலங்கள் குருதி ஓட்டத்தையும் பிற உறுப்புக் கூறுகளையும் அடைகின்றன. ஏனெனில், பெரும்பாலான திசுப் புரதங்கள் இயங்கு நிலையிலேயே உள்ளன. கல்லீரல், குருதிப் பிளாஸ்மா ஆகியவற்றிலுள்ள புரதங்களில் இவ்வியக்கம் விரைவாகவும், தசைப்புரதங்களில் இது மிக மெல்லவும் நிகழ்கிறது. கொழுப்புக்கும் குளுகோசுக்கும் உள்ளது போன்று அமினோ அமிலங்களைத் தற்காலிகமாக சேமித்து வைக்கக்கூடிய அமைப்பு உடலில் இல்லை. நைட்ரஜன் குட்டையிலுள்ள அமினோ அமிலங்கள் சிதைவுற்று நைட்ரஜன் அகற்றப்படுவதால் நைட்ரஜன் சமநிலை நிறுவப்படுகிறது.



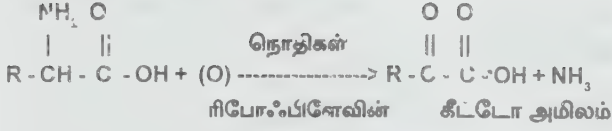
உடலில் அமினோ அமிலங்களின் முதன்மை வினைகள்

புரதத் தொகுப்பு.

காண்க: புரதம்.

ஆக்சிஜனேற்ற வழி அமீன் நீக்கம். ஓர் அமினோ அமிலத்தின் சிதைவு நிகழ்ச்சியில் முதல் கட்டம் அமினோ தொகுதி நீக்கமாகும்.





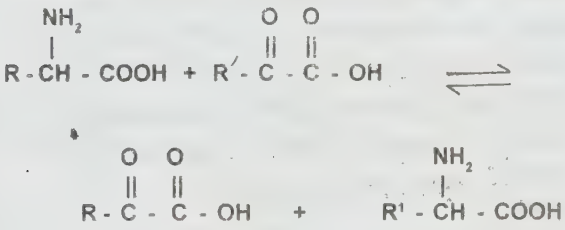
அம்மோனியா யூரியாவாக மாற்றப்படுகிறது. கீட்டோ அமிலத்தின் சிதைவு வினை R தொகுதியின் தன்மையை பொருத்தது. R = மெத்தில் எனில் கீட்டோ அமிலம் பைருவிக் அமிலமாகும். அது அசெட்டைல் இணை நொதியாக நிலையிறக்கம் கண்டு, சிட்டரிக் அமில சுழற்சியில் புகுந்து, கிளைக்கோஜனாகவோ, கொழுப்பாகவோ மாறுகிறது. இதிலிருந்து புரதப்பொருள் மாவுப்பொருளாகவோ கொழுப்புப் பொருளாகவோ மாறுவதற்கு வாய்ப்புள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இவ்வழிமுறை மூலமே கல்லீரல் அமினோ அமிலங்களைப் புதுக் குளுக்கோசாக மாற்றுகிறது.

கார்பாக்சில் நீக்கம். கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதியிலிருந்து கார்பன் டைஆக்சைடு நீக்கப்பட்டு, ஓர் அமின் உருவாகிறது.



இவ்வமின்கள் உடலில் நியூக்ளியிக் அமிலங்கள், சில ஹார்மோன்கள் ஆகியவற்றின் தொகுப்பில் ஈடுபடுத்தப் படுகின்றன.

அமின் மாற்றம். ஓர் அமினோ அமிலத்திலிருந்து அமினோ தொகுதி மற்றொரு மூலக்கூறுக்கு மாற்றப்படுதல்.



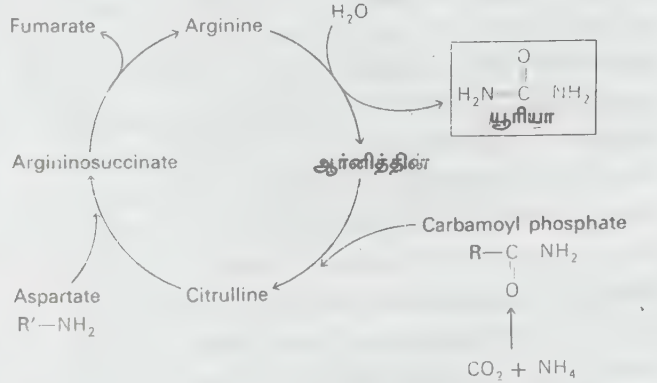
புதிய கீட்டோ அமிலம்      புதிய அமினோ அமிலம்

எ-டு: அஸ்பார்டிக் அமிலம் + பைருவிக் அமிலம்  $\rightleftharpoons$  ஆக்ஸாலோலாக்டிக் அமிலம் + அலனின்

இங்கு குளுக்கோஸ் சிதைவின் விளைபொருளான பைருவிக் அமிலம் ஓர் அமினோ அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. புரதமில்லாத தோற்றுவாய்களிலிருந்தும்,

புரத உட்கூறுகளான அமினோ அமிலங்களை உடல் எவ்வாறு தொகுக்கிறது என்பதை எடுத்துக்காட்டும் நிகழ்ச்சியாக இதனைக் கொள்ளலாம்.

யூரியா தொகுப்பு. மனித உடலில் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்தின் இறுதி விளைபொருள் யூரியாவாகும். இது கல்லீரலில் உருவாக்கப்பட்டு, குருதி ஓட்டத்தின் மூலம் சிறுநீரகங்களை அடைந்து சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படுகிறது. கிரெப் ஆர்னித்தின் சுற்று (Kreb's ornithine cycle) எனும் செயல்முறையில் கார்பன் டைஆக்சைடும் அம்மோனியாவும் இணைந்து யூரியாவாகின்றன.



நிகர விளைவு:  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{யூரியா தொகுப்பு}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$

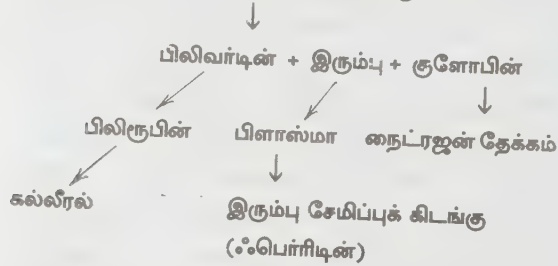
இன்றியமையா அமினோ அமிலங்கள். அமின் மாற்றத்தினால் அமினோ அமிலங்களைத் தொகுக்கும் பொருட்டு உடலுக்குத் தேவைப்படுவனவாக நைட்ரஜன் தோற்றுவாய், சரியான அமைப்புக்கூடு கொண்ட கீட்டோ அமிலங்கள் ஆகியவை உள்ளன. மனித உறுப்புகளினால் நைட்ரைட், நைட்ரேட், சூழ்வெளி நைட்ரஜன், அம்மோனியா போன்ற நைட்ரஜன் பொருள்களிலிருந்து அமினோ அமிலங்களைத் தொகுக்க இயலாதாகையால், உணவிலுள்ள புரதங்களிலிருந்து மட்டுமே அமினோ அமிலங்களைப் பெறமுடியும். தேவைப்படும் கீட்டோ அமிலங்களுள் சிலவற்றை உடல் பெற முடியுமானாலும், பெரும்பாலானவற்றை உடல், வெளி உலகிலிருந்தே பெற இயலும். இவ்வகை அமினோ அமிலங்கள் இன்றியமையாத அமினோ அமிலங்கள் (essential amino acids) எனப்படுகின்றன. இவ்வமினோ அமிலங்கள் யாவற்றையும் ஒருங்கே பெற்ற புரதங்களே நிறைவான

680 புரத வளர்சிதை மாற்றம்

புரதங்கள் (adequate proteins) என்பர். இவ்வமினோ அமிலங்கள் கிடைக்காத சூழ்நிலையில் உடலிலுள்ள திசுப் புரதங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பட்டினியால் துன்புறுவோரின் உடலில் திசுக்கள் இவ்வாறு சீரழிக்கப்படுகின்றன.

ஹீமின் சிதைமாற்றம். குருதிப் புரதமான ஹீமோகுளோபினில் எளிய புரதமான குளோபினும் புரத வகையில்லாத மூலக்கூறான ஹீமும் உள்ளன. இது எலும்புச் சோற்றிலிருந்து உருவாகிக் குருதிச் சிவப்பணுவாக வெளிவருகிறது. ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளை இருத்தி வைத்துக் கொள்ளும் நிறம் பெற்ற ஹீம் மூலக்கூறின் மையப்பகுதியில்  $Fe^{2+}$  அயனி உள்ளது. குருதிச் சிவப்பு அணுக்களின் வாழ்வுக் காலம் 120 நாட்களாகும். இக்கால இறுதியில் இவ்வணுக்கள் பிளந்து, சிதைவுற்று பித்தத்தில் கலந்து வெளியேறுகிறது. ஹீமோகுளோபின் சிதைவுற்றவுடன் தோன்றும் முதல் விளைபொருள் வெர்டோ ஹீமோகுளோபின். இது மேலும் சிதைவுற்று, குளோபின்,  $Fe^{2+}$  அயனி, பச்சை நிறம் கொண்ட பிலிவர்டின் ஆகியன பிரிகின்றன. குளோபின் நைட்ரஜன் குட்டையை அடைகிறது; இரும்பு ஃபெர்ரிட்டின் (ferritin) எனும் புரதமாக சேமிக்கப்பட்டு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மனித உடலில் பிலிவர்டின் சில நொதிகளால் கல்லீரலில் ஆரஞ்சுநிற பிலிருபின் எனும் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. பிலிவர்டின் பிலிருபினாக மாறுவது மொத்தத்தில் இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களைச் சேர்த்தலேயாகும். பிலிருபின் பித்த நீரில் கலந்து குடல் அமைப்புக்குப் போய்ச் சேருகிறது.

ஹீமோகுளோபின்  $\longrightarrow$  வெர்டோஹீமோகுளோபின்



பிலிருபின் உருவாவதற்கும் அகற்றப்படுவதற்கும் இயல்பான சமநிலையொன்றுண்டு. இச்சமநிலை பாதிக்கப்படும்போது காமாலை நோய் தோன்றுகிறது.

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். John R. Holun, *Elements of General and Biological Chemistry*, Second Edition, John Wiley and Sons, New York, 1986.

## புரவி விண்மீன்குழு

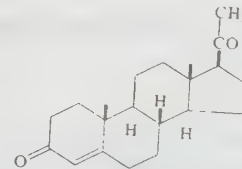
காண்க: குதிரை விண்மீன்குழு

## புரஜெஸ்ட்ரோன்

இது ஒரு ஸ்டிராய்டு ஹார்மோனாகும். இதன் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு  $C_{21}H_{30}O_2$ . இதன் உருகுநிலை 401K. வலஞ்சுழி சேர்மான இதன் நியமச் சுழற்சிக் கோணம்  $192^\circ$ . 1934ஆம் ஆண்டில் ஃபியூட்டோனான்ட் என்பார் முதன்முதலாகக் கருவுற்ற பன்றியிலிருந்து தூய நிலையில் இதைப் பிரித்தெடுத்தார். அதே ஆண்டில் இவரே ஸ்டிக்மாஸ்டிரோலிலிருந்தும், பிரெக்னான்டையாலிலிருந்தும், 1939ஆம் ஆண்டில் கொலஸ்டிராலிலிருந்தும் தயாரித்தார். 1941ஆம் ஆண்டில் மார்க்கர் என்பார் டையோஸ் ஜெனினிலிருந்தும், 1955ஆம் ஆண்டில் ஷெப்பார்டு என்பார் எர்க்கோஸ்டிராலிலிருந்தும் தயாரித்தனர்.

இது கார்ப்பஸ்டிராய்டுயத்தில் உற்பத்தியாகிறது. பெண்ணினத்தின் இனப்பெருக்க உறுப்பை வளர்ச்சியடையச் செய்யவும், பெண்ணினத்திற்கான பிற உடலுறுப்புகளைத் தயார் செய்யவும் இது தேவைப்படுகிறது. சினை முட்டையைப் பெறுவதிலும், அதனைக் கருப்பையிலிட்டு வளர்ப்பதிலும் பெரும்பங்கு கொள்கிறது.

பல்வேறு வேதிவினைகளிலிருந்தும், எக்ஸ் கதிர் ஆய்விருந்தும் இச்சேர்மத்தின்  $C_4 - C_5$  இடத்தில் ஒரு  $C = C$  பிணைப்பு உள்ளது என்பதும், இரண்டு கீட்டோ தொகுதிகள் உள்ளன என்பதும், நான்கு வளையங்கள் உள்ளன என்பதும் ஸ்டிராய்டு உட்கரு உள்ளது என்பதும் அறியப்பட்டுள்ளன. இதன் அமைப்பு வருமாறு:



வி. வீரைய்யன்

துணைநூல். I. L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol-2, Sixth Edition, ELBS, London, 1982.



அண்டச் சுரப்புத் திசுவால் (corpus leuteum) முதன்மை ஹார்மோனான புரஜெஸ்ட்டிரோனும் அதைப் போன்ற மற்ற இரண்டு பொருள்களும் அண்டச் சுரப்புத் திசு, சூலகச் சிரைக் குருதி, பனிக்குடம் (placenta), அண்ணீரகம் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. சிரைக் குருதியில் காணப்படும் இது மலத்திலோ, சிறுநீரிலோ தோன்றுவதில்லை.

புரஜெஸ்ட்டிரோன், சிறுநீரில் பிரேக்ட்டியால் என்னும் பொருளாக வெளிப்படுகிறது. புரோஜெஸ்ட்டிரோன் பணிகள் வளநிலையிலுள்ள கருப்பை உள்ளுறையை (endometrium) சுரப்பு நிலைக்கு மாற்றுவது, பின்னர் உதிர்படலாக மாற்றுவது, கருப்பையின் மெல்லிய தசைகளின் சுருக்கத்தை மட்டுப்படுத்துவது, சிறுநீரில் சோடியம் வெளிப்படுவதைத் தூண்டி அல்டோஸ்டிரோன் உற்பத்தியை அதிகரிப்பது, மூச்சு யைத்தைத் தூண்டி அல்டோஸ்டிரோன் உற்பத்தியை அதிகரிப்பது, மூச்சு மையத்தைத் தூண்டி மூச்சு விடு விகிதத்தை அதிகரிப்பது என்பன.

கருப்பையின் உள்ளுறையில், கரு நிலையாக இருக்கச் செய்வதே முதன்மைப் பணியாகும். புரஜெஸ்ட்டிரோன் தசை ஊசியாக 10 மி.கி. நாள்தோறும் கொடுக்கப்பட்டால் சுரப்பிகளில் மிகக் குறைந்த அளவு மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. மறைந்து கொண்டிருக்கும் அண்டச் சுரப்புத்திசு இருக்கும்போது, மாதவிடாயைத் தடை செய்ய 100-250 மி.கி. புரஜெஸ்ட்டிரோன் நாளும் தேவைப்படுகிறது. இதன் மூலம் மாதவிடாயை 10-15 நாட்கள் தாமதப்படுத்தலாம். புரஜெஸ்ட்டிரோனின் விளைவால், கிளைக்கோஜன் கருப்பை உள்ளுறையில் படியும்போது, பொலிவுற்ற முட்டைக்குத் தேவையான சத்து கிடைக்கிறது. புரஜெஸ்ட்டிரோன் குறைபாட்டால் கருச்சிதைவு உண்டாகிவிடும்.

கருப்பைத் தசையின் சீர் நிலையைப் புரோஜெஸ்ட்டிரோன் பேணுகிறது. பொலிவுற்ற முட்டை கருவகக் குழலிலிருந்து கருப்பையினுள் செல்ல புரஜெஸ்ட்டிரோன் உதவுகிறது. புரோஜெஸ்ட்டிரோனும் ஈஸ்ட்ரோனும் சேர்ந்து மார்பகச் சுரப்பி வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன. ஈஸ்ட்ரோஜன் பால் நாளங்களையும், புரஜெஸ்ட்டிரோன் மார்பக அல்வியோல்களையும் பேணுகின்றன. லாக்ட்அல்புமின் உருவாக்குவதில் புரோலாக்டின் பணியை, புரஜெஸ்ட்டிரோன் தடை செய்கிறது. பேறு காலத்தில் பால் சுரப்பு நின்று போவது இதனாலேயே

இருக்கலாம். தாய்-சேய் இணைப்பி வெளிப்பட்டவுடன், புரஜெஸ்ட்டிரோன் உற்பத்தி பெருமளவில் குறைந்து, புரோலாக்டின் மீண்டும் பால் சுரப்பை ஊக்குவிக்கிறது. புரஜெஸ்ட்டிரோனும், ஈஸ்ட்ரோஜனும் இணைந்து சுருத்தடை மாத்திரைகளாகப் பயன்படுகின்றன.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Jack A Pritchard and Paul MacDonald William, *Obstetrics*, 16th Edition, Appleton Century Crofts, New York, 1971.

## புரியிடல்

எளிய எந்திர அமைப்பில், மூன்று குறடு அலகுகள் கொண்ட பிடிப்பானில் (chunk) பணித்தண்டைப் பொருத்திப் புரியிடலாம். முதலில் பணித் தண்டை புரியிடப்பட வேண்டிய நீளத்திற்கும் சற்றுக் கூடுதலாகவிட்டு, பிடிப்பான் அச்சு மையத்தைச் சரிபார்க்க வேண்டும். பணித்தண்டு கடைவான் அச்சில் ஓரளவு சுழல வேண்டும்.

பணித்தண்டை, முறையாக புரியில் வெளி விட்டத்திற்குத் துல்லியமாக கடைய வேண்டும். பின் தண்டின் இரு முனைப் பகுதிகளிலும் உள்ள முகப்பைக் கடைந்தெடுக்க வேண்டும். வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் முகப்பின் நடு மையத்தில் ஏறத்தாழ 3 மி.மீட்டருக்குச் சிறு துளையிட்டு, உயவுப் பசையைத் தடவி வாய்முனைப் பகுதிக் கம்பிகளைக் கொண்டு தாங்கிச் சீர்படுத்த வேண்டும். பின்னர் வெட்டு உளியை மாற்றி மரை உளியை 55° கோண அளவிற்குச் சீராகத் தீட்டி அதை எந்திரத்தின் அச்சிற்குச் சிறிதளவு மேலே உளி தாங்கியில் இருக்கும்படி உளியைக் கொண்டு தேவைப்படும் கோணத்திற்கு நிலைப்படுத்த வேண்டும்.

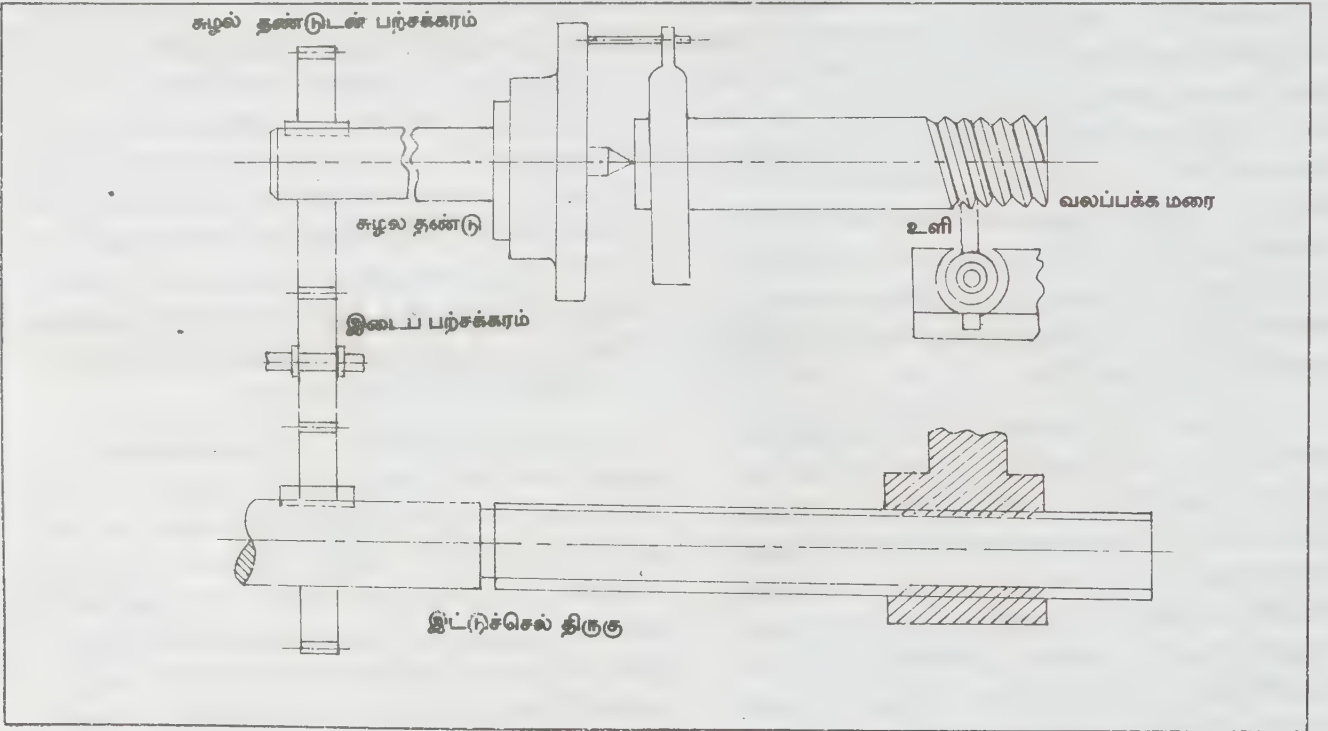
முதன்மை உருளிக்கும் ஊட்ட உருளைக்குமிடையே தகுந்த திசைவேக விகிதம் அமையுமாறு பற்சக்கரத் தொடரைச் சீர் செய்ய வேண்டும். சேணத்தின் (saddle) இடப்பெயர்ச்சியையும் பணித் தண்டின் சுழற்சியும் கணக்கிடப்பட்ட விகிதத்தில் தொடர்புடன் இருந்தால் மட்டுமே புரியிட முடியும். உருளைப் பற்சக்கரத்தை மாற்றாது, இடையில் இருக்கும் பற்சக்கரங்களையே மாற்ற வேண்டும். எனவே, இவ்வமைப்பில் முதன்மை உருளைக்கான சக்கரம் இயங்கத் தொடர்பு உண்டாக்கிப் பற்சக்கரம் இயங்கும் உருளைக்கும் சேணத்திற்கும் இடையில் தொடர்பு

உண்டாகத் திருகு மரையை இயக்க வேண்டும். திருகு மரை, ஊட்ட உருளையின் ஒவ்வொரு சுற்றிற்கும், அதன் புரியிடைத் தொலைவிற்கேற்பச் சேணமும் நகரும்.

சேணத்தின் ஏந்தியில் பொருந்தியுள்ள உளி தாங்கியும் மேற்குறிப்பிட்ட புரியிடைத் தொலைவிற்கு நகரும். இந்நிகழ்வுகளால் பணித் தண்டின் பரப்பில் எழு சுருள் வடிவில் (helical) கோடிடப்படும்.

புரியிடத் தொடங்கும் முன் முதலில் உள்ளக விட்ட (core, diameter) அளவைக் கணக்கிட வேண்டும். அதாவது உள்ளக விட்டம் = வெளிவிட்டம் - புரியின் ஆழம். இதில் புரியின் ஆழம் ஏறத்தாழ 0.64 புரியிடைத் தொலைவு என்னும் அளவில் இருக்கும். தலைமுனைப்பகுதி அருகில் பணித்தண்டின் சிறு நீளத்திற்கு அதாவது புரியிடப்படவேண்டிய நீளத்திற்கு அப்பால், உள்ளக விட்டத்திற்குத் துல்லியமாகக் கடைய வேண்டும். பின்னர் உள் புரியீட்டு வரும்போது அவ்வப்போது புரியின் ஆழம் கணக்கிடப்பட்டபடி கடையப்பட்டு விட்டதா என்றறிய புரி நீளத்திற்கு அப்பால் முன்னரே உள்ளக விட்ட அளவோடு ஒப்புநோக்கி ஆராயலாம்.

இயல்பான கடைதல் முறையில், முன் எச்சரிக்கைகளை மேற்கொண்டு உளியை வால்முனைப் பகுதிக்கு அருகில் நகர்த்திப் பணித் தண்டை சிறிது தொடும்படி வைத்து, ஏந்தியில் கைப்பிடிச் சக்கரத்தை இயக்கி நேர்கோட்டில் நகர்த்த வேண்டும். இந்நேரத்தில் உளி எந்திர அச்சுக்கு இணையாகச் சென்று பணி தண்டின் பரப்பில் தொடர்பு கொண்டுள்ளமையைச் சரி பார்க்க வேண்டும். பிறகு உளியை மீண்டும் தொடக்க நிலையில் புரி வெட்டி எடுக்க ஆயத்தமாக நகர்த்த வேண்டும். பிறகு குறுக்கு நகரியின் உதவியால் ஊட்டம் கொடுக்க வேண்டும். தரப்பட்டுள்ள விட்டம் நுண் அளவியில் தெளிவாகும். பிளப்புத் திருகாணியின் (split nut) நெம்புகோலை இயக்கித் தன்னியக்க அமைப்பைச் செயல்படுத்த வேண்டும். இதனால் உளி தன்னியக்கமாக நகர்ந்து தண்டின் பரப்பில் எழுசுருள்பாதை இடுவதைக் காணலாம். புரியின் நீளம் கடந்ததும், உடனே தன்னியக்க அமைப்பை நிறுத்தி ஏணியின் கைப்பிடியால் நகரியையும் உளியையும் வெளிக்கொண்டு வர வேண்டும். பிறகு ஏந்தியின் கைப்பிடியைப் பயன்படுத்தி வால்முனைப் பகுதிக்கே உளி நகர்த்தப்படும். மீண்டும் நுண் அளவியைச் சரிப்படுத்தி, புரியிட வெட்டு ஊட்டம் கொடுக்க வேண்டும்.





இவ்விதச் செயல்முறைகளைக் கவனமுடன் தன்னியக்க அமைப்பின் உதவியால் கையாள வேண்டும். உளி முன்னர் கடைந்த எழுசுருள் பாதையிலேயே நகர்ந்து புரியிடுவதைக் கண்காணிக்க வேண்டும்.

இம்முறையின் தன்னியக்கத்துடன் பின்பற்றி மீண்டும் தொடர்பு ஏற்படுத்தியும், உளி உள்ளக விட்டத்தின் பரப்பைச் சற்றே தொடும்வரை புரியிட வேண்டும். பிறகு உள்ளக விட்டத்தை மிக அருகில் நெருங்கியதும் புரியிடு செயலில் உளிக்கு ஊட்டப்படும் அளவைச் சிறிது சிறிதாக வழங்க வேண்டும். இதனால் புரியின் பரப்பு வழுவழப்பாகவும் தூய்மையாகவும் இருக்கும். இவ்வித மெருகூட்டும் நிகழ்வில் (finishing process) கப்பிகளையும் வார்ப்பட்டைகளையும் தகுந்தவாறு பயன்படுத்தி உருளையின் வேகத்திறனைக் குறைத்தும் இயக்கலாம். அவ்வப்போது புரியின் ஆழத்தினை அதற்கான அளவிகளால் (gauges) அளவிட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

வல வழி புரியிடலின்போது ஏந்தியை, தலைப் பகுதியை நோக்கி நகருமாறும், இட வழி புரியிடலின்போது ஏந்தியை வால்முனைப் பகுதியை நோக்கி, நகருமாறும் அமைக்க வேண்டும். வால்முனைப் பகுதியிலிருந்து நோக்கினால் பணித்தண்டு எப்போதும், இடஞ்சுழியாகவே (anticlock gauge) சுழல வேண்டும். கடைதல் பொறியைப் பயன்படுத்தி இவ்வாறு புரியிடல் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

ஜி. கண்ணன்

பசங்குடிலிலும் (under glass) பின் நிலத்தில் ஊன்றியும் வளர்க்கப்படுகின்றன. சில மித தட்பவெப்ப இடங்களில் இத்தாவரம் நேரடியாக நிலத்தில் விதைக்கப்படுகிறது. விதைத்த 130 நாள்களில் புருசெல் முளைகளை அறுவடை செய்யலாம்.

புருசெல் முளைத் தாவரம் அமில நிலத்திலும் விளையக்கூடியது. மேலும் இத்தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்குப் போரான் நூண்ணுரட்டப் பொருளும் தேவைப்படுகிறது. இத்தாவரத்தை பூச்சிகள் நோய்களிலிருந்து காக்க, டைத்தேன் 45 மருந்தையும், மெட்டாசிஸ்டாக்ஸ் மருந்தையும் தெளிக்கலாம்.

ஒவ்வொரு புருசெல் முளைத் தாவரத்திலும் ஏறத்தாழ 100 முளைகள் (sprouts) காணப்படும். இத்தாவரத் தண்டின் அடிப்பகுதியில் பெரிய அளவு, முதிர்ந்த புருசெல் முளைகளும், தண்டின் மேற்பகுதியில் சிறிய அளவு, பிஞ்சு முதிரா அல்லது இளம் புருசெல் முளைகளும் காணப்படும். பொதுவாகத் தண்டின் அடிப்பகுதியில் இலைகள் உதிர்ந்துவிடும்.

மேற்கு ஐரோப்பாவில் காய்கறியாகப் புருசெல் முளைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கலிஃபோர்னியா, நியூயார்க் இவ்விடங்களில் புருசெல் முளைகள் மிகுதியும் பயிரிடப்படுகின்றன. இந்தியாவில் கொடைக்கானல், நீலகிரி மலைப்பகுதிகளில் புருசெல் முளைகள் வளர்கின்றன.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

## புருசெல் முளைகள்

இது உணவாகப் பயன்படக்கூடிய முளைகளைக் கொண்ட பசுமையான இரு பருவத் தாவரமாகும். இது பெரும்பாலும் மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் பயிரிடப்படுகிறது. இதன் தாவரவியல் பெயர் பிராசிக்கா ஒலிரேசியா வகை ஜெம்மிஃபெரா (Brassica oleracea var gemmifera) என்பதாகும். இது குருசிஃபெரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

முதன்முதலில் 16-ஆம் நூற்றாண்டில் பெல்ஜியத்தில் உள்ள புருசெல்ஸ் என்னுமிடத்தில் புருசெல் முளைகளைக் கொண்ட தாவரங்கள் காணப்பட்டன. எனவே, புருசெல் முளைகள் எனப்பெயர் சூட்டப்பட்டது. தமிழ்நாட்டில் புருசெல் முளையைக் கிளைக்கோஸ் என்பர்.

இத்தாவரம் 10 - 20°C குளிர் வெப்பநிலையில் வண்டல் மண்ணில் நன்கு வளரக்கூடியது. இத்தாவரங்கள் முதலில்

## புருசெல்லோசிஸ்

இந்நோய் ஏறி இறங்கும் காய்ச்சல், மால்டா காய்ச்சல், அபார்டஸ் காய்ச்சல் எனப் பலவாறாகக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. அபார்டஸ் என்னம் நுண்ணுயிரி கால்நடைகளில் கருச்சிதைவை உண்டாக்குவதால் இது பு.அபார்டஸ் என்று குறிக்கப்பட்டது.

புருசெல்லோசிசுக்குக் காரணமான புருசெல்லா அபார்டஸ் என்னும் நுண்ணுயிரி வட ஐரோப்பாவில் காணப்படுகிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை களின் பாலை மனிதன் அருந்துவதால் இந்நோய் பரவுகிறது. இதை ஒரு தொழில் வழி நோய் என்றும் குறிப்பிடலாம். ஏனெனில் வெட்டுமிடப் பணியாளர் போன்றோருக்கும் இந்நோய் உண்டாகிறது. இங்கிலாந்தில் இந்நோய் முழுவதும் நீக்கப்பட்டுவிட்டது. மால்டா போன்ற பல நாடுகளில் பு.மேலிடன்சிஸ் என்னும் நுண்ணுயிரால் இந்நோய்,

பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை மூலம் பரவுகிறது. அமெரிக்கா மற்றும் கீழை நாடுகளில் பன்றிகளிடம் காணப்படும் பு.சுயிஸ் என்னும் நுண்ணுயிரால் இந்நோய் பரவுகிறது. நோய் மறைகாலம் 3 வாரம்.

குருதி வழியே பரவும் இந்நோயின் வெளிப்பாடுகள் மெதுவாகவும், மாறுபட்ட நிலைகளிலும் தோன்றும். வியர்த்தல், வலிமையின்மை, தலைவலி, பசியின்மை, உடலில் வலி, மலச்சிக்கல், குளிர், மூட்டுவலி ஆகியவையே இந்நோயின் அறிகுறியாகும். மண்ணீரல் வீங்கிக் காணப்படும். காய்ச்சல் விட்டுவிட்டு வருகிறது. முதல் வாரம் காய்ச்சல் இருந்தால் அடுத்த வாரம் காய்ச்சல் இராது. சிலபோது காய்ச்சல் தொடர்ந்து இருப்பதுடன் மிகையான வியர்வையும், எலும்பு அழற்சியும் தோன்றுகின்றன. சிலபோது காய்ச்சல் நீண்ட காலம் நீடித்து, நோயாளியை நிலைகுலையச் செய்கிறது. இந்தநிலையில் பலமுனை வெள்ளையணுச் செல்கள் (neutrophils) குறைவாகவும், வடிநீர்ச்செல்கள் (lymphocytes) மிகுதியாகவும் காணப்படுகின்றன. ஒட்டுத் திரட்சி ஆய்வும், திரப்பி நிலைப்படுத்தும் ஆய்வும் நோயைக் கண்டறிய உதவுகின்றன. மருத்துவமாக டெட்ராசைக்கிளினும், கோடிரைமாக்சோலும் பயனளிக்கின்றன. பாலை நன்றாகக்

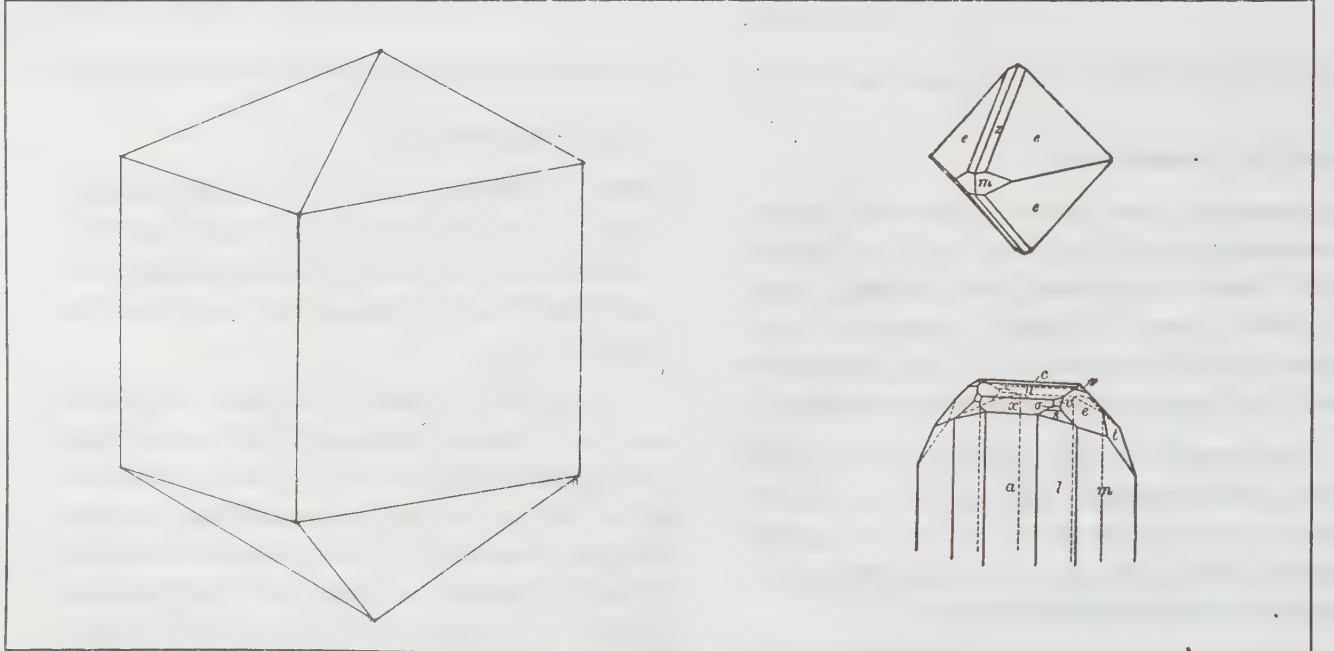
காய்ச்சி, தூய்மைப்படுத்தி அருந்துவது நோய்த் தடுப்பு முறையாகும்.

அ. சுதிசேசன்

துணைநூல். John Macleod, Davidson's Principles & Practise of Medicine, 14th Edition, ELBS, London, 1984.

## புருக்கைட்

இது டைட்டானியம் டை ஆக்சைட்டினை உட்கூறாகக் கொண்ட கனிமமாகும். புருக்கைட்டில் (brookite) ஆக்சிஜன் 40%, டைட்டானியம் 60% உள்ளன. செஞ்சாய்சதுரத் தொகுதியில் படிக்கமாகிய இக்கனிமத்தின் அணு அமைப்பு கொலம்பைட்டின் அணு அமைப்பை ஒத்துள்ளது. ஓரளவிற்குச் சங்கு முறிவிலிருந்து சீரற்ற முறிவைக் கொண்ட இக்கனிமம் எளிதில் நொறுங்கக்கூடியது. இதன் கடினத்தன்மை 5.5 - 6. ஒப்படர்த்தி 3.87 - 4.03 உலோக மிளிர்வினை உடையது. நன்கு ஒளிச்சிதறல் அடையும் பண்பினைக் கொண்டது. செம்பட்டை, மஞ்சள், சிவப்பு, செம்பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படும் கனிமங்கள் ஒளிக் கசியக் கூடியனவாய், கருஞ்சிவப்பு முதல் கருமை நிறம் வரை ஒளிபுகாத்



புருக்கைட்



தன்மையுடன் காணப்படும். நேரியல் ஒளிகுறியினை உடையது.

இதன் தோற்றம் மற்றும் கலப்பு உருவாக்கம் ஆக்டோஹெட்ரைட் கனிமத்தினை ஒத்துள்ளது. இது யூரல் மலைப் பகுதிகளிலும் ஆஸ்திரியா, ஸ்விட்சர்லாந்து, பிரான்ஸ், அமெரிக்காவிலும் கிடைக்கிறது. புருக்கி எனும் ஆங்கிலேயக் கனிமவியலாரின் நினைவாக இதற்கு புருக்கைட் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

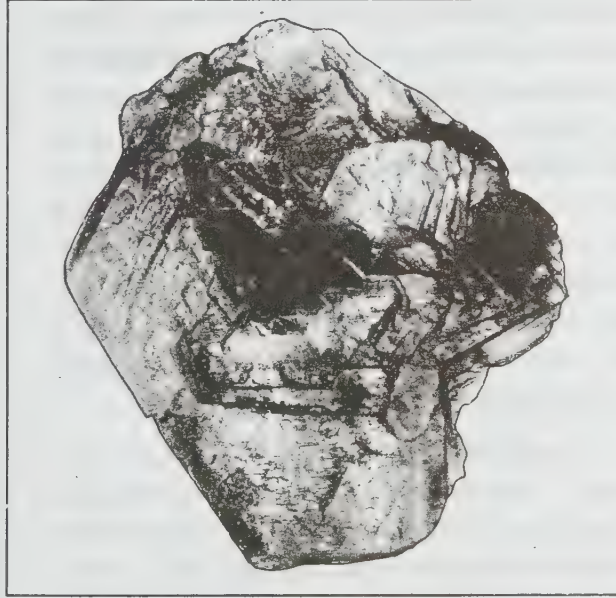
க. சித்திரா தேவி

வேறுபடுகிறது. பெரும்பான்மையாகப் புருசைட் குறை வெப்பநிலையிலுள்ள பாறைகளில் செர்பன்டின, மேக்னசைட் முதலியவற்றுடன் இணைந்து காணப்படுகிறது. பெரிகிளேஸ், மக்னீசியம் ஆக்சைடு முதலியவற்றுடன் நீர் வினைபுரியும்போது புருசைட் உண்டாகிறது. பெரிகிளேஸ், புருசைட் முதலியவற்றை மிகுந்தளவு கொண்டுள்ள கார்போனேட் பாறை பிரிடாஜ்ஜைட் (predazzite) எனப்படும்.

இரா. சரசவாணி

## புருசைட்

இது ஒரு மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு கனிமமாகும். புருசைட் (brucite) முக்கோணத் தொகுதியில் படிகமாகிறது. முதன்மைக் காட்டியம் ஹைட்ராக்சைடு அமைப்பு வகையில் புருசைட் ஓர் உறுப்பாகும். கனிமன், அபிரகம். குளோரைட் கனிமப் பிரிவில் புருசைட் படிவு ஒரு முதன்மைக் கட்டமைப்பு உறுப்பாகும்.



புருசைட்டின் அமைப்பு

புருசைட் தட்டையான மேற்பரப்பும் நீண்ட இழைகளும் உடைய படிகமாகவும் காணப்படுகிறது. (0001) தளத்தில் பிளவு சீராகக் காணப்படுகிறது. மோஸ் அளவில் கடினத்தன்மை 2.5 ஆகும். இதன் ஒப்படர்த்தி 2.4 ஆகும். வெள்ளை நிறத்திலிருந்து பச்சை நிறம் வரை நிறத்தில்

## புருடெசின்ஸ்கி குறி

மூளை உறை அழற்சியில் இந்த அறிகுறி காணப்படுகிறது. நோயாளியின் கழுத்தை வளைத்தால் இரண்டு முழங்கால்களோ, இடுப்போ, ஒரு முழங்காலோ தானாகவே மடங்கும். இதை மூளை அழற்சியின் வெளிப்பாடாகக் கொள்ளலாம். புருட்சின்ஸ்கி ஜோசப் என்னும் போலந்து நாட்டு மருத்துவர் பெயரால் குறிப்பிடப்படும் புருடெசின்ஸ்கி குறி (Brudzinski's sign) அடித்தள மூளை உறைகளின் அழற்சியாலும், உறுத்தலாலும் திகழ்கிறது. மூளை அழற்சி நோயில் ஒரு முழங்கால் மூட்டை மடங்கினால் இன்னொரு முழங்காலும் தானாகவே மடங்குகிறது.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். John N. Walton, *Brains Diseases of the Nervous System*, Eighth Edition, Oxford University Press, Bombay, 1977.

## புருஸ்டைட்

இது ஒரு சல்ஃபைடு கனிமம். புருஸ்டைட்டின் (proustite) வேதி இயைபு வெள்ளி, ஆர்செனிக் சல்ஃபைடு ( $Ag_3AsS_3$ ) ஆகும். இதில் பெரும்பாலும் ஆண்டிமணி சிறிதளவில் இருக்கும். இக்கனிமம் சேந்தோகொனைட் கனிமத்துடன் ஈருருவ - உறவு உடையது. இது அறுகோணத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. சாய்சதுர மைய அணுக்கோப்பை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் ஆறு கூட்டணுக்கள் (அறுகோணப் பிரிவு) அல்லது இரண்டு கூட்டணுக்கள் (சாய்சதுரப் பிரிவு) உள்ளன. அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு கிடைவாட்டத்தில் (a) 10.77 ஆகவும், குத்துவாட்டத்தில் (c) 8.6 ஆகவும் அமையும்.

புருஸ்டைட்டின் படிகங்கள் பெரும்பாலும் பட்டகங்களாகவோ, குட்டையான பட்டகங்களாகவோ (01T2) {10T1}, சாய்சதுரங்களாகவோ இருக்கின்றன. சில தனி முக்கோண வடிவப் படிகங்களாகவும் காணப்படும். புருஸ்டைட் திண்மமாகவும், கெட்டியாகவும் பொருக்காகவும் பட்டையாகவும் உள்ளது. இதில் {10T4} {10T1}, மீதான படிக இரட்டுறல் மிகுந்துள்ளது. புருஸ்டைட்டில் (10T1) கனிமப் பிளவு தெளிவாகக் காணப்படும். இதன் கடினத்தன்மை 2 - 2.5; ஒப்பளர்த்தி 5.55 - 5.64. இது வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவும் வைர மிளிர்வும் உடையது. இக்கனிமம் இருள்சிவப்பு (scarlet) அல்லது ஜாதிலிங்கச் சிவப்பு (vermilion) நிறத்தில் காணப்படும். இதன் தூள் நிறம் பளபளப்பான சிவப்பு அல்லது வைகறைச் சிவப்பு ஆகும். இது ஒளி கசியும் அல்லது ஒளி புகுந்தன்மையுடையது. நொறுங்கக் கூடியது. இதன் உருகுநிலை 490°C ஆகும்.

புருஸ்டைட் ஊடுருவல் ஒளியில், அதிர்வு திசை நிறமாற்றம் உடையது. இதன் நிறம் (0) குருதிச் சிவப்பாகவும், (C) தம்பலப்பூச்சி சிவப்பாகவும் இருக்கும். இது ஓர் ஒளி அச்சினை (uniaxial) உடையது. எதிர்மறை ஒளிக்குறி உடையது. இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள்  $\mu = 3.0887$ ,  $E = -2.7924$  ஆகும். புருஸ்டைட் குறைந்த வெப்பத்தில் உண்டான வெப்பநீர்ப்படிவுகளில் நரம்புகளாகக் காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் பிற சல்பைடுகளை வெள்ளி,

கலீனா பைரைட், சேல்சைட், டோலோமைட் பளிங்கு (குவார்ட்ஸ்) ஆகியவற்றுடன் கிடைக்கிறது.

புருஸ்டைட் பொகீமியா, டிரான்சில்வேனியா, பிரான்சிலுள்ள சாக்சோனி கொலராடோ, நிவேடா, கலிஃபோர்னியா முதலான இடங்களில் கிடைக்கிறது. இடாகோ என்னுமிடத்திலிருந்து 1865 ஆம் ஆண்டு 500 பவுண்டு எடையுள்ள ஒரு புருஸ்டைட் கண்டெடுக்கப்பட்டது. புருஸ்டைட், அர்ஜென்டைட், வெள்ளி, ஆர்பிமென்ட் ஆகிய கனிமங்களாக மாற்றம் பெறுகிறது. இதைச் சிவப்பு - வெள்ளி எனவும் கூறுவர். பிரெஞ்சு வேதி அறிஞரான புருஸ்ட் என்பாரின் பெயரால் இக்கனிமம் வழங்கப்படுகிறது.

இல. வைத்திலிங்கம்

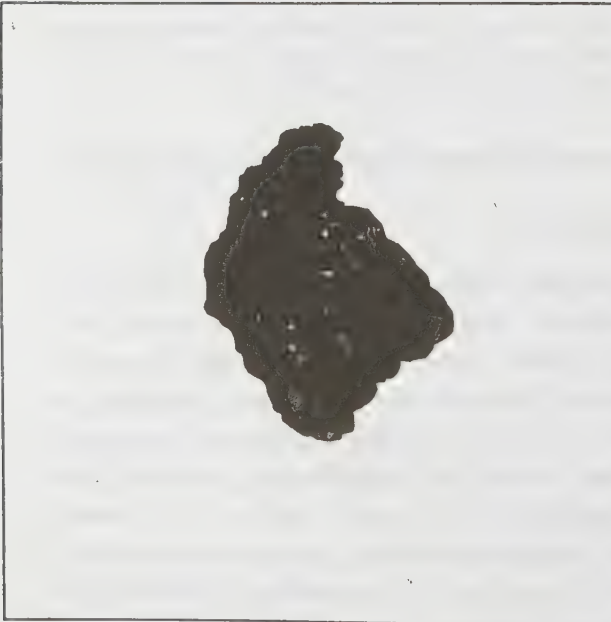
## புரோகா பேச்சின்மை

இது தாம் சொல்ல விரும்புவதை ஒருவர் சொல்ல முடியாமை என்னும் திகழ்வாகும்; கிரேக்க மொழியில் Phasis எனில் பேச்சு என்னும், Aphasia எனில் பேச்சின்மை என்றும் பொருள். புரோகா என்னும் ஃபிரான்ஸ் நாட்டு அறுவையாளர் இது பற்றி விளக்கியமையால் புரோகா பேச்சின்மை (Broca's aphasia) எனப் பெயரிடப்பட்டது. வலக் கை கொண்டு பழகும் மனிதர்களுக்கு இடப் பெருமூளை அரைக் கோளத்தில் பேச்சு மையம் அமைந்துள்ளது. இப்பேச்சு மையம் புரோகாவின் பகுதி எனப்படுகிறது. மூளையின் கீழ்ப்புற முன் மடல் மேட்டில் அமைந்துள்ள இப்பகுதியிலிருந்து பேச்சு தொடங்கி, அதற்குரிய தசைகளுக்கும், பகுதிகளுக்கும் (உதடு, தாடை, நாக்கு, அன்னம், மேற்தொண்டை, குரல்வளை, மூச்சு, மண்டலத் தசை) சென்று பேச்சாக வெளிப்படுகிறது.

புரோகாவின் பேச்சின்மையில் முழுமையாகச் சொற்கள் வராமல் மெதுவாகவும், உச்சரிப்பதில் கடினத்துடனும் பேச்சு வெளிப்படுகிறது. புரோகாவின் பகுதிக்குச் செல்லும் இட மையப் பெருமூளைத் தமனியின் அடைப்பு புற்று கட்டி, சீழ்க்கட்டி, குருதிப்பெருக்கு போன்ற நோய் நிலைகளில் பேச்சின்மை ஏற்படலாம். காரணத்தைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமையும்.

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். D. F. Benson, *Aphasia, Alexia and Agrophia*, Churchill Livingstone, London, 1979.



புருஸ்டைட்டின் படிகம்



## புரோசான்டைட்

இது  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$  வேதி உட்கூறு கொண்ட கனிமமாகும். இளம் பச்சை நிறத்திலிருந்து கரும் பச்சை நிறம் வரை காணப்படும். புரோசான்டைட் (brochantite) பொதுவாகப் பட்டகமாகவோ, ஊசி போன்ற ஒற்றைச்சரிவு படிகமாகவோ, நுண் உருண்டைப் பொதிவாகவோ விளங்குகிறது. ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த செம்புப் படிகங்களின் பகுதிகளிலும் வறண்ட பகுதியிலும் இரண்டாம் தரக் கனிமமாக மிகுந்து காணப்படும். இதில் கண்ணாடி மிளிர்வும் சங்கு முறிவிலிருந்து சீரற்ற முறிவும் இருக்கும். மோஸ் அளவில் கடினத்தன்மை 3.5 - 4; ஒப்பீட்டர்த்தி 3.97 ஆகும். இது உருகும் இயல்பும் அமிலத்தில் கரையும் திறனும் உடையது.

புரோசான்டைட் கிடைக்குமிடத்தில் மாலசைட் (malachite), அசுரைட் போன்ற செம்புக் கனிமங்களும் காணப்படுகின்றன. இது ஐரோப்பா, ஆஸ்திரேலியா, தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் பிஸ்பி மாவட்டம். கோசைஸ் கவுண்டி, ஏரிஸ், கொலராடோ, யுடாக், ஓரிகான், மெக்சிகோ, கலிஃபோர்னியா முதலிய இடங்களிலும் விளங்குகிறது.

இரா. சரசவாணி

## புரோட்டாக்டீனியம்

ஆக்டினைடு தொகுதியைச் சார்ந்த இத்தனிமத்தின் குறியீடு Pa; அணு எண் 91. இத்தனிமத்தை சோடி, கிராஃன்ஸ்டன் என்போர் 1913ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தனர். இதன் அனைத்து ஐசோடோப்புகளும் கதிரியக்கத் தன்மை பெற்றவை.  $\text{Pa}^{231}$  என்னும் ஐசோடோப் இயற்கையில் காணப்படும் ஆக்டீனியக் கதிரியக்கச் சிதைவு வரிசையில் மிக அதிக அரை வாழ்வு நேரமான 34000 ஆண்டுகளை உடையது. பிச்பிளெண்ட் தாதுவில் ரேடியமும், புரோட்டாக்டீனியமும் 0.27 அளவில் காணப்படுகின்றன. 234 நிறை எண் கொண்ட இதன் ஐசோடோப்பை UX2 மற்றும்  $\text{U}_2$  என்று குறித்தனர். இந்த ஐசோடோப் இயற்கையில் காணப்படுகிறது. இது குறுகிய வாழ்வுடையது.  $\text{U}^{233}$

1a																0									
1	2															3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H	He															Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg
3	4															11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Li	Be															Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca
11	12															21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Na	Mg															Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
19	20															31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
K	Ca															Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr
37	38															41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Rb	Sr															Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb
55	56															71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Cs	Ba															La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
67	68															81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Fr	Ra															Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf

லாந்தனைடு 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71  
Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

ஆக்டினைடு 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103  
Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

ஐசோடோப்பை,  $\text{Th}^{232}$  ஐசோடோப்பிலிருந்து நியூட்ரான் தாக்குதல் மூலம் தயாரிக்கும் வினையில் நிறை எண் 233 உடைய புரோட்டாக்டீனியத்தின் ஐசோடோப் இடையில் உண்டாகிறது.



$\text{Pa}^{233}$  ஐசோடோப்பின் அரைவாழ்வு நேரம் 27 நாட்கள். இது பீட்டாக் கதிர்களையும் காமாக் கதிர்களையும் உமிழ்கிறது. 226க்கும் 237க்கும் இடைப்பட்ட நிறை எண்களை உடைய இத்தனிமத்தின் பல ஐசோடோப்புகளைத் தயாரித்துள்ளனர்.

யுரேனியம் தயாரித்தபின், எஞ்சியுள்ள பொருளை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தோடு வினைப்படுத்திக் கிடைக்கும் கரைசலிலிருந்து, டைஐசோபுராப்பைல் கீட்டோன் போன்ற கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்திப் புரோட்டாக்டீனியத்தைப் பிரித்தெடுக்கலாம். இந்தக் கரிமக் கரைசல்களை ஹைட்ரோபீரூரிக் அமிலக் கரைசலோடு சேர்த்துக் குலுக்கும்போது புரோட்டாக்டீனியம் தீர்க் கரைசலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இக்கரைசலை அலுமினியம் குளோரைடு மற்றும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தோடு வினைப்படுத்திக் கிடைக்கும் கரைசலை மீண்டும் கரிமக் கரைப்பான்களோடு சேர்த்துக் குலுக்க வேண்டும். இச்செயல்முறைகளை மீண்டும் மீண்டும் செய்து புரோட்டாக்டீனியத்தைத் தூய நிலையில் பெறலாம்.

புரோட்டாக்டீனியத்தின் பண்புகள், தோரியம் உலோகத்தின் பண்புகளை ஒத்திருக்கும். ஆக்டினைடு வரிசையில் இதைவிடக் கூடுதல் அணு எண் உள்ள

தனிமங்களிலிருந்து இது மிகவும் வேறுபட்டு உள்ளது. புரோட்டாக்ளனியம் 4, 5 என்னும் இரண்டு இணை திறன்களைப் பெற்றுள்ளது. ஐந்தாம் இணைதிறனில் உள்ள இதன் உப்புகள் நியோபியம் மற்றும் சிர்கோனியம் உப்புகளை மிகவும் ஒத்துள்ளன. புரோட்டாக்ளனியம் பென்டாகுளோரைடு, புரோமைடு மற்றும் அயோடைடு, நியோபியம், டாண்டலம் ஹாலைடுகளைப் போன்றிருக்கும். புரோட்டாக்ளனிய பென்டாக்சைடு, மேற்காணும் இரண்டு உலோகங்களின் ஆக்சைடுகளை விடக் குறைந்த அமிலத் தன்மையுடையது. ஐந்தாம் இணைதிறன் நிலையிலுள்ள புரோட்டாக்ளனியத்தின் சேர்மங்கள் எளிதில் நீராற்பகுப்பு அடைகின்றன. பொட்டாசியம் ஃபுளூரோபுரோக்ளனேட், பேரியம் ஃபுளூரோபுரோக்ளனேட் போன்ற சேர்மங்கள் நீரில் மிகச் சிறிதளவு கரையும். நேர்மின் அயனியாகப் புரோட்டாக்ளனியம் உள்ள சேர்மங்கள் நிலைப்புத் தன்மையற்றவை. பெராக்சைடு, பாஸ்ஃபேட், அயோடேட் ஆகியன அமிலக் கரைசலில் இருந்து வீழ்ப்பிவாக்கப் படுகின்றன. இந்தத் தனிமத்தின் உப்புகளும் அவற்றின் கரைசல்களும் நிறமற்றவை. ஆனால் டானிக் அமிலம் கியூஃபெர்ரான், பைரோகலால் ஆகியவை இக்கனிமத்தின் உப்புக்கரைசல்களோடு நிறமுள்ள அணைவுச் சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன.

நான்காம் இணைதிறன் நிலையிலுள்ள புரோட்டாக்ளனியம் அதற்கு இணையான தோரியம் சேர்மங்களை ஒத்திருக்கிறது. குரோமியம் (II) போன்ற மிகவும் வலிமிகு ஒடுக்கிகளைப் பயன்படுத்தி, புரோட்டாக்ளனியத்தை நான்காம் நிலைக்குக் கொண்டு வரலாம்.

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோட்டான்

புரோட்டான் என்னும் கிரேக்கச் சொல்லுக்கு முதலாவது என்ற பொருள் உண்டு. புரோட்டான், அணுக்கருவின் ஓர் ஆக்கக்கூறு. இதை 1898இல் வீனும், 1919இல் தாம்சனும் கண்டு பிடித்தனர். 1920ஆம் ஆண்டில் ரூதர் போர்டு அதற்குப் புரோட்டான் என்னும் பெயரைச் சூட்டினார். ஹைட்ரஜன் அணுக்கருவில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் மட்டுமே இருக்கிறது. ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அத்தனிமத்தின் அணு எண் (atomic number) எனப்படும். புரோட்டான் முழுமையான நிலைத்தன்மை பெற்றதன்று. அதன் அரை வாழ் நேரத்தின் சிறும அளவு  $2 \times 10^{30}$  ஆண்டுகள் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அது  $1.6726 \times 10^{-27}$  கி.கி. நிறையுள்ளது. அதாவது அது

எலக்ட்ரானைப் போல ஏறத்தாழ  $1836.15$  மடங்கு மிகுந்த நிறை கொண்டது. அதன் மின் எலக்ட்ரானின் மின்னுக்குச் சமமான எண் மதிப்பும் நேர் குறியும் உள்ளன. அதன் மின் அளவு  $1.6022 \times 10^{-19}$  கூலும். காந்தத் திருப்புத்திறன்  $1.4106 \times 10^{-23}$  எர்க்/காஸ். அதற்கு  $\frac{1}{2} h/2\pi$  என்னும் உள்ளார்ந்த கோண உந்தம் (தற்குழற்சி) உண்டு. இதன் காரணமாக அதன் மின்  $eh/4\pi mc$  என்னும் காந்தத் திருப்புத்திறனை உண்டாக்க வேண்டும். இதில்  $m$  என்பது புரோட்டானின் நிறை.  $c$  என்பது ஒளியின் திசைவேகம். ஆனால் உண்மையில் புரோட்டானின் காந்தத் திருப்புத்திறன் இதைவிட  $2.7928456$  மடங்கு பெரிதாயிருக்கிறது. எனவே அதன் கட்டமைப்பு டிராக்கின் கருத்துப்படி ஒரு புள்ளியாக அமையாமல் நீட்டப்பட்ட தாயிருக்க வேண்டும் எனத் தோன்றுகிறது. ஹைட்ரஜன் அணுவில் புரோட்டானின் காந்தத் திருப்புத்திறன் எலக்ட்ரானின் திருப்புத்திறனுடன் இடைவினை செய்வதால் அதன் நிறமாலை பாதிக்கப்படுகிறது. அது பெர்மிடிராக் புள்ளியியலுக்குக் கீழ்ப்படிவதால் அது ஒரு ஃபெர்மியான் (fermion) வகைத் துகள்.

புரோட்டான் வலிவாக இடைவினை செய்கிற துகள், அதன் இடைவினைகள் காரணமாகவே புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் பிணைந்து அணுக்கருக்களாக உருவெடுக்கின்றன. புரோட்டானின் வலுமிக்க இடை வினைகள் நியூட்ரானின் இடைவினைகளைப் போன்றவை. மற்ற இடைவினைகள், குறிப்பாக மின்காந்த இடைவினைகள் இல்லாமலிருந்தால் புரோட்டானும் நியூட்ரானும் ஒரே நிறையுள்ளவையாயிருக்கும். எனவே அவற்றுக்கு நியூக்ளியான்கள் (nucleons) என்னும் பொதுப் பெயர் அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வலுமிக்க அணுக்கரு இடைவினைகள் மெசான் புலங்கள் வழியாகக் குறிப்பாகப் பை மெசான்கள் (பையான்கள்) மூலமாக நிகழ்த்தப்படுகின்றன. கற்பிதப் பையான்களை உட்கவர்வதும் வெளியிடுவதுமாகப் புரோட்டான் மெசான் புலத்துடன் செய்யும் இடைவினை காரணமாகவே புரோட்டானுக்கு ஆரம், காந்தத் திருப்புத் திறன் போன்ற இயற்பியல் பண்புகள் உண்டாகின்றன. உயர் ஆற்றல் எலக்ட்ரான் - புரோட்டான் சிதறல்களின்போது அளவிடப் படுகிற புரோட்டான் மின் பரவீட்டின் சராசரி இருமடியின் இருமடிமூல ஆரமே, புரோட்டானின் ஆரமாக வரையறுக்கப் படுகிறது. இது  $0.81$  பெம்டோ மீட்டருக்குச் சமம். பரவீட்டின் வரையறுக்கப்பட்ட பரிமாணத்தின் விளைவாகப் புரோட்டானின் காந்தத் திருப்புத்திறன் அதன் ஆரத்திற்கு ஒவ்வாத, முரணிய வகையில் பெரும் மதிப்புடையதாக அமைந்துவிடுகிறது.



புரோட்டான் நியூட்ரானுடன் மட்டுமன்றித் தன்னை விடக் கூடுதல் நிறையுள்ள பல துகள்களுடனும் இன உறவு கொண்டுள்ளது. அந்த அனைத்துத் துகள்களும் அரை எண் மடங்குகளான தற்சுழற்சி கொண்டவை. அவற்றின் குவாண்டம் எண் மாறாமலிருப்பது அவற்றின் இயல்பாகும். அவையனைத்தும் பார்யான்கள் (baryons) எனப்படுகின்றன. குவாண்டம் எண்ணின் மாறாத் தன்மை காரணமாகவே புரோட்டான் நிலையானதாயும், பார்யான்களிலேயே மிகக்குறைந்த நிறையுள்ளதாயும் இருக்கிறது. சில பார்யான்கள் புரோட்டானிலிருந்து மின் அளவிலோ, தற்சுழற்சியிலோ, மிகுபின் (hyper charge) எனப்படுகிற மின் போன்ற ஒரு குவாண்டம் எண்ணிலோ வேறுபட்டிருக்கின்றன. பார்யான்களும் ஹேட்ரான்களும் (மெசான்கள்) SU(3) குழுவின் அடிப்படையிலான ஒரு சமச்சீர்மைத் திட்டத்தின்படி வெற்றிகரமாக வகைப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வகைப் படுத்தலின் விளைவாக, அனைத்து ஹேட்ரான்களும் குறிப்பாகப் புரோட்டான், குவார்க் என்னும் கற்பிதமான அடிப்படைத் துகள்களாலானவை என்னும் கொள்கை உருவாயிற்று. நன்கு தேடிய பின்னரும் தனித்த குவார்க்குகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை என்னும் குவார்க்குகளின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்ட மாதிரிகள் அடிப்படைத் துகள்களின் பண்புகளையும், அவற்றின் இடைவினைகளையும் வெற்றிகரமாக ஊகித்துக்கூறி விளக்கவும் செய்திருக்கின்றன. எனவே புரோட்டான் குவார்க்குகளாலானது என்னும் கருத்து உரம் பெற்றுள்ளது. மூன்று குவார்க்குகள் இணைந்து புரோட்டான் உண்டானதாகக் கருதப்படுகிறது. அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் பின்ன மின்னும், பின்ன பார்யான் குவாண்டம் எண்ணும் கொண்டவை.

வலிமை குறைந்த அணுக்கரு இடைவினைகளிலும் புரோட்டான் பங்கு கொள்கிறது. இந்த இடைவினைகள் அதை எலெக்ட்ரான், மியுவான் அவற்றின் நியூட்ரினோ ஆகியவற்றுடன் இணைக்கின்றன. ஏனைய பார்யான்களுக்கும் லெப்டான்களுக்கும் இருப்பதைப் போலவே புரோட்டானுக்கும் ஓர் எதிர்த்துகள் உண்டு. 1955இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அதன் மின்னும், பார்யான் எண்ணும் புரோட்டான் உடைய வற்றிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கின்றன.

முதன்மைக் காஸ்மிக் கதிர் வீச்சில் பெரும்பகுதி புரோட்டான்களே. நூற்றுக்கணக்கான கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவுக்கு உயர் ஆற்றலுடன் முடுக்கப்பட்ட புரோட்டான்கள் அடிப்படைத் துகள் ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றன. புரோட்டானின் மின், நிறை ஆகியவற்றைப்

பல முறைகளில் பல விதமான துல்லியத்தில் கண்டு பிடிக்கலாம். புரோட்டான்களை மின்புலங்களாலும் காந்தப் புலங்களாலும் வளைத்து அதன்  $e/m$  மதிப்பைக் கண்டு பிடிக்கலாம். ஹைட்ரஜன் அணு மின் நடுநிலையிலிருப்ப திலிருந்து புரோட்டானும் எலெக்ட்ரானும் சம மின்னளவு கொண்டவை என்பது உறுதியாகிறது. எனவே மில்லிகன் என்பார் தம் புகழ்பெற்ற எண்ணெய்த் துளி முறையின் மூலம் எலெக்ட்ரானின் மின்னளவைக் கண்டுபிடித்ததைப் போன்ற ஆய்வுகள் மூலம் புரோட்டானின் மின்னையும் கண்டறியலாம். நிறமாலை முறைகளிலும் புரோட்டானின் மின்னைக் காணலாம். அவற்றில் பெரும்பாலும் எலெக்ட்ரானின்  $e/m$  மதிப்புக்கே கிடைக்கின்றன. ஹைட்ரஜனின் பட்டை நிற மாலையிலுள்ள சுழற்சி வரிகளின் பொலிவு முதல் நீர்ம ஹைட்ரஜனின் வெப்ப எண் வரையான பல தகவல்களை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் புரோட்டானின் தற்சுழற்சியைக் கணக்கிட முடிகிறது. மூலக்கூற்றுக் கற்றை முறை, ஹைட்ரஜனின் அணு நிறமாலையின் விரிவான ஆய்வு, அணுக்கருத் தூண்டல் முறை ஆகியவற்றின் வாயிலாகப் புரோட்டானின் காந்தத் திருப்புத் திறனை நேரடியாக அளவிடலாம். அத்துடன் அவாகாட்ரோ எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கிற அனைத்து முறைகளிலிருந்தும் புரோட்டானின் நிறையை மறைமுகமாகக் கணக்கிட முடியும். புரோட்டானின் நிறை, மின் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கிற பல்வேறு அணுகு முறைகளுக்கிடையிலான நெருங்கிய தொடர்பும், தமக்குள் ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கிற தன்மையும், அணு மற்றும் அணுக்கரு இயற்பியலின் நவீனக் கொள்கைகளுக்கு அடிப்படையைத் தருகின்றன.

புரோட்டானை ஒரு புள்ளி மின்னாகத் தோராயப் படுத்துவது பல நோக்கங்களுக்குப் போதுமானது. ஆனால் இப்போது அதன் கட்டமைப்பை அதிகத் துல்லியத்துடன் பகுப்பாய்வு செய்ய முடிந்திருக்கிறது. எலெக்ட்ரான் அல்லது மியுவான்கள் போன்றவற்றை உயர் ஆற்றலுக்கு முடுக்கிச் சிதற வைக்கும் முறைகளிலிருந்து புரோட்டானின் மின் ஏறத்தாழ  $10^{-13}$  செ.மீ. ஆரமுள்ள கோளப் பருமத்திற்குப் பரவியிருப்பதாகத் தெரிகிறது. மின் அடர்த்தி  $\exp(-r/r_0)$  என்னும் அளவுக்கு நேர்விகிதத்தில் குறைவதாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டால்  $r_0, 0.23 \times 10^{-13}$  செ.மீட்டருக்குச் சமமாக இருக்கும். புரோட்டானின் காந்தத்திருப்புத்திறனும்  $10^{-13}$  செ.மீ. ஆரமுள்ள கோளத்தில் பரவியிருக்கிற காந்தமாக்கல் அடர்த்தியின் காரணமாகத் தோன்றியதாகவே விளக்கலாம்.

உயர்திசைவேகமுள்ள புரோட்டான்கள் பருப் பொருள்களில் ஊடுருவும்போது பலவிதமான செயல்

முறைகளில் தம் ஆற்றலை இழக்கின்றன. எப்போதாவது அவை ஓர் அணுக்கருவுடன் போதி மீள்தன்மையுள்ள முறையில் சிதறலாம் அல்லது ஓர் அணுக்கரு வினையை உண்டாக்கலாம். இந்நிகழ்ச்சிகள் புரோட்டானின் ஆற்றலைப் பெரிதும் குறைத்துவிடுகின்றன. அது ஒரு கற்றையைச் சேர்ந்ததாக இருந்தால் அது கற்றையிலிருந்து நீக்கப்படும். தாம் கடந்து செல்லும் ஊடகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்குத் தம் ஆற்றலை மாற்றுவதன் மூலமும் புரோட்டான்கள் ஆற்றலை இழக்கின்றன. அப்போது அவற்றின் பயணத் திசை பெரிதும் மாறுவதில்லை. இந்த ஆற்றல் இழப்பு அவற்றின் திசைவேகத்தைக் குறைக்க மட்டுமே செய்கிறது. இறுதியில் புரோட்டான் நின்றுவிடும். இது E என்னும் ஆற்றலுடன் கிளம்பியதிலிருந்து ஓய்வு நிலைக்கு வரும் வரை அது கடந்த தொலைவு, அதன் நெடுக்கம் (range) எனப்படும். இந்நெடுக்கம் புரோட்டானின் ஆற்றல், ஊடகத்தின் ஆற்றல் ஆகியவற்றின் ஒரு சார்பெண்ணாகும். வளி அழுத்தத்திலும், 273 கெல்வின் வெப்ப நிலையிலுமுள்ள காற்றில் புரோட்டானின் நெடுக்கம்  $R = (E/9.3)^{1/2}$ . இங்கு R மீட்டரிலும் E மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டிலும் அளவிடப்படுகின்றன. இந்த அனுபவச் சமன்பாடு சில மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டிலிருந்து ஏறத்தாழ 200 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை பொருந்தக்கூடியது. ஏனைய ஊடகங்களில் புரோட்டானின் நெடுக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க அவற்றின் சார்பு நிறுத்து திறனைக் (relative stopping power) கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். சார்பு நிறுத்து திறன் என்பது ஒரே அளவான ஆற்றல் இழப்பை உண்டாக்கும் இரு படலங்களின் அலகு பரப்பு நிலைகளுக்கிடையிலான உகவின் தலைகீழ் மதிப்பு ஆகும். ஊடகத்தின் அணு எண் அதிகரிக்கும்போது சார்பு நிறுத்து திறன் குறையும்.

ஐ.கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். G. Herzberg, *Atomic Spectra and Atomic Structure*, Dover, New York, 1934.

## புரோட்டான் கவர் கரைப்பான்

நீரைவிடக் காரத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பான் புரோட்டான் கவர் கரைப்பான் அல்லது காரக் கரைப்பான் எனப்படுகிறது. நீர்ம அம்மோனியா, அமீன் ஆகியன இவ்வகைக் கரைப்பான்கள் ஆகும். அம்மோனியா, நீரைவிட மிகை காரத்தன்மை உடைய கரைப்பான். நீர்க் கரைசல்களில் இவை முழுமையாகப் பிரிகையடைகின்றன. சான்றாக, நீரில் வலிகுன்றிய அமிலமான அசெட்டிக் அமிலம், நீர்ம அம்மோனியாவில் வீரிய அமிலமாக

விளங்குகிறது. இவ்வாறு நீர்க்கரைசல்களில் தம் அமிலத் தன்மையில் மிகவும் வேறுபட்டுக் காணப்படும் பல அமிலங்கள், அம்மோனியாவில் முழுதும் பிரிந்துள்ளன. இதனால் அந்த அமிலங்களில் அமில வலிமைகளுக்கிடையேயான வேறுபாட்டை அவை நீர்ம அம்மோனியாவில் கரைந்திருக்கும் போது காணமுடிவதில்லை. இவ்வாறு பல அமிலங்களின் அமிலத்தன்மைகள் காரக் கரைப்பான்களில் ஒரே அளவாக மாறும் விளைவு கரைப்பானின் சமதரமாக்கும் விளைவு எனப்படும்.

பல்வேறுபட்ட அமிலங்கள் நீர்ம அம்மோனியா போன்ற புரோட்டான் கவர் கரைப்பான்களில் சம அளவு வினை வேகமாற்றத் திறனுள்ளவையாக இருக்கும். இதற்குக் காரணம், இக்கரைசல்கள் அனைத்திலும் கரைப்பா னேற்றமுள்ள புரோட்டான்கள் வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுவதாகும். சமதரமாக்கும் விளைவு நீரிலும் நிகழ்கிறது. ஆனால் நீரின் மிகக் குறைந்த காரத்தன்மை காரணமாக, சமதரமாக்கும் விளைவு மிகக் குறைவாக உள்ளது. இதனால் அமில வலிமையால் பெரிதும் வேறுபட்ட பெர்குளோரிக் அமிலம், சந்தக அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகியவற்றின் நீர்க் கரைசல்களை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை வேறுபடுத்திக் காண முடிவதில்லை. நீர்ம அம்மோனியாவில் கீழ்க்காணும் தன்-புரோட்டான் பிறழ்ச்சி வினைகூட மிகமிகச் சிறிய அளவே நிகழ்கிறது.

நீரைப் போன்ற காரப்பண்பு உடைய கரைப்பான்கள் பல உள்ளன. ஆனால் அவற்றிற்கு அமிலப் பண்புகள் சிறிதுமில்லை. எ-டு: ஈதர், கீட்டோன், எஸ்டர். இவற்றின் மின்கடத்தாப்பொருள் மாறிலிகள் (dielectric constants) மிகக் குறைவானவை. பின்வரும் வரிசையில் இக்கரைப்பான்களின் காரத்தன்மை உள்ளது.

நீர் > டையோக்சன் > எத்தில் ஆல்கஹால் > அசெட்டோன்

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோட்டான் தரும் கரைப்பான்

அமிலங்கள் மற்றும் காரங்களின் தன்மையும் அவற்றின் வலிமையும் கரைந்திருக்கும் கரைப்பான்களின் பண்புகளைப் பொறுத்துப் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. பல்வேறுபட்ட கரைப்பான்களில், அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவை செயல்படும் விதத்தின் அடிப்படையில் கரைப்பான்களை நான்கு விதமாகப் பிரிக்கலாம். அவை;



புரோட்டான் தரும் கரைப்பான் (அமிலக் கரைப்பான்), புரோட்டான் கவர் கரைப்பான் (காரக் கரைப்பான்), புரோட்டான் விருப்பு வெறுப்பற்ற கரைப்பான், ஈரியல்பு கரைப்பான்.

கரைப்பான்களின் வகையீட்டிற்கு அடிப்படையாக நீர் கருதப்படுகிறது; இது ஓர் ஈரியல்பு கரைப்பான். இதன் மின் கடத்தாப்பொருள் மாறிலி 78.5; பெரும்பாலான கரைப்பான்களின் மதிப்பைவிட இது மிக அதிகம்; நீரைவிட அதிக அமிலத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பான்கள் அமிலக் கரைப்பான்கள் அல்லது புரோட்டான் தரும் கரைப்பான்கள் எனப்படும். இவ்வகைக் கரைப்பான்களில் அசெட்டிக் அமிலம் குறிப்பிடத்தக்கது. அலிஃபாட்டிக் அமின்கள் மற்றும் அல்க்கைல் அனிலீன்கள், நீரில் கரைந்திருக்கையில் வலிமை குறைந்த காரங்களாகத் தோன்றுகின்றன. ஆனால் இவை அசெட்டிக் அமிலத்தில் கரைந்திருக்கையில் வலிமைமிக்க காரங்களாக உள்ளன. அசெட்டிக் அமிலம் நீரைவிடக் கூடுதல் அமிலத்தன்மை பெற்றிருப்பதே இதற்குக் காரணம். இவ்வகைக் கரைப்பான்கள், நீரைவிடக் குறைந்த காரத்தன்மை பெற்றவை. எனவே வன் அமிலங்கள் மட்டும் இவற்றில் முற்றிலுமாகப் பிரிகையடைகின்றன.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு, ஹைட்ரஜன் புரோமைடு, நைட்ரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம், பெர்குளோரிக் அமிலம் போன்ற வலிய அமிலங்களின் அமில வலிமைக்கிடையேயான வேறுபாட்டை அவை நீரில் கரைந்திருக்கும்போது காண முடிவதில்லை. இதற்குக் காரணம் இவை நீரில் முழுமையாகப் பிரிகையுறுதலும், இதனால் இவை அனைத்தின் அமில வலிமையும் ஒரே அளவாக இருப்பதும் ஆகும். இந்த அமிலங்களின் அமில வலிமைகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாட்டை அறிய நீரைவிடக் கூடுதல் அமிலத்தன்மை உள்ள அசெட்டிக் அமிலம் போன்ற ஒரு கரைப்பானைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். அசெட்டிக் அமிலத்தில் மேற்குறிப்பிட்ட அமிலங்களின் அமில வலிமை பின்வரும் வரிசைப்படி குறைகின்றன.

பெர்குளோரிக் அமிலம் > ஹைட்ரஜன் புரோமைடு >

கந்தக அமிலம் > ஹைட்ரஜன் குளோரைடு >

நைட்ரிக் அமிலம்

அசெட்டிக் அமிலத்தின் மிகக் குறைந்த மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலியே இதற்குக் காரணம் ஆகும். ஃபார்மிக் அமிலம், அசெட்டிக் அமிலத்தைவிட அமிலத் தன்மை குறைந்த

கரைப்பானாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் தன்-புரோட்டான் பிறழ்ச்சி ஆகும். இதன் விளைவாகப் பெர்குளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம், பென்சீன் சல்ஃபோனிக் அமிலம் போன்ற அனைத்தும் வன் அமிலங்களாக உள்ளன.

கந்தக அமிலமும், ஒரு புரோட்டான் தரும் கரைப்பான். ஆக்சிஜன் அல்லது நைட்ரஜன் உள்ள சேர்மங்கள் இதனிடமிருந்து புரோட்டானை ஏற்றுக் கொள்கின்றன.

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோட்டான் - புரோட்டான் தொடர்

அணுவிலுள்ள நேர்மின்னூட்டமுள்ள துகள் புரோட்டான் ஆகும். நியூட்ரானுடன் சேர்ந்து புரோட்டான், அணுக்கருவின் உள்ளகமாக உள்ளது. ஒரு தனித்த புரோட்டான் ஹைட்ரஜனின் அணுக்கருவாக ( ${}^1\text{H}^+$ ) அமைகிறது. புரோட்டானின் முதன்மைப் பண்புகளில் ஒன்று அது எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்ட மதிப்பை உடையது என்பதாகும். ஆனால் எதிர்க்குறையுடைய மின்னூட்டத்தைக் கொண்டுள்ள புரோட்டானின் மின்னூட்ட மதிப்பு  $= 1.6022 \times 10^{-19}$  கூலும், அதன் எடை  $= 1.6726 \times 10^{-24}$  கி.

$$M_p = 1836.1 \text{ Me};$$

$$M_p = \text{புரோட்டானின் நிறை}$$

$$M_e = \text{எலெக்ட்ரானின் நிறை}$$

புரோட்டானின் தற்சுழற்சி =

$$1/2 \text{ h} = 1/2 \times 1.0540 \times 10^{-27} \text{ எர்கு/நொடி}$$

$$\text{h} = \text{பிளாங்க் மாறிலி} = h/2\pi$$

அதன் காந்தத் திருப்புத்திறன்  $= 1.4106 \times 10^{-23}$  எர்கு/காஸ்.

இது பாலியின் தவிர்க்கைத் தத்துவத்திற்கு உட்படுகிறது. இதைப் பெர்மியான் எனலாம்.

அணுக்கருப் பிணைப்பு. இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட லேசான அணுக்கருக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒருபெரிய பளுவான அணுக்கருவைத் தருகின்றன. நான்கு ஹைட்ரஜனின் அணுக்கருக்கள் ஒன்று சேர்வதால் ஒரு ஹீலியம் அணுக்கரு தோன்றுகிறது. ஒரு ஹீலியம் அணுக்கருவின் நிறை, நான்கு புரோட்டான்களின் மொத்த நிறையைவிட எப்போதும் குறைவாக இருக்கும். ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டின்படி நிறைகளிலுள்ள வேறுபாடு ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

$$E = mc^2$$

இதில்

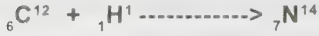
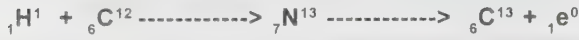
$$E = \text{ஆற்றல்}$$

$$m = \text{நிறைகளின் வேறுபாடு}$$

$$C = \text{ஒளியின் திசைவேகம்}$$

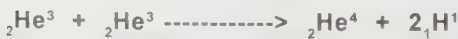
அணுக்கருப் பிணைப்பில் மிக அதிகமான ஆற்றல் வெளியாகிறது. சூரியனின் ஏனைய விண்மீன்களிலும் ஆற்றல் உற்பத்தியாவதைப் பெரிதே கூறியுள்ளார். இதற்கென அவர் கூறிய சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு;

கார்பன் - ஹைட்ரஜன் சுழற்சி;



இதில் நான்கு புரோட்டான்கள் கவரப்பட்டு ஒரு ஹீலியம் அணுக்கரு உருவாகிறது. நான்கு புரோட்டான்களின் மொத்த நிறைக்கும் ஒரு ஹீலியம் கருவின் நிறைக்குமுள்ள வேறுபாடு ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

புரோட்டான் - புரோட்டான் தொடர் P-P தொடர் P-P தொடரில் இரண்டு புரோட்டான்கள் முதலில் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு டியூட்டீரியம் அணுக்கருவைத் தோற்று விக்கின்றன. அது மற்றொரு புரோட்டானுடன் சேர்ந்து ஹீலியம் அணுக்கருவைத் தோற்றுவிக்கும். அது மற்றொரு புரோட்டானுடன் சேர்ந்து  $\text{He}^3$  ஹீலியம் அணுக்கருவை உருவாக்குகிறது. இரண்டு  $\text{He}^3$  ஹீலியம் அணுக்கரு இணைந்து ஹீலியம்  $\text{He}^4$  மற்றும் இரண்டு புரோட்டான்களைத் தரும். இந்நிகழ்ச்சியைச் சமன்பாடுகளில் எழுதலாம்.



இவ்வினைவுகள் நிகழ்வதற்கு மீ உயர்வான வெப்பநிலை தேவை. அதாவது, அணுக்கருக்கள் இணைந்து புதிய அணுக்கரு உருவாக்குவதற்கு மீ உயர்வான வெப்பநிலை தேவை. P - P தொடரில் வெளியிட்டுள்ள ஆற்றல் C - N சுற்றுக்களில் வெளியான

ஆற்றலுக்குச் சம அளவானது. இந்த P - P தொடரின் விளைபுரியும் வீதம் வெப்பத்தால் மிகக் குறைவாக மாறுபடுகிறது (தோராயமாக  $T^4$ ). மீ குறைவான வெப்பநிலையில் அது முதன்மை அடைகிறது. இயல்பாக P-P தொடர் மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் சூரியனின் உள்நிலை வெப்பம் ஏறத்தாழ  $15 \times 10^6 \text{K}$  உள்ளது. அணுக்கருப் பிணைப்பு விதியைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜன் குண்டு தயாரித்து மிக அதிகமான ஆற்றலைப் பெறலாம்.

க. சித்திரா தேவி

## புரோட்டான் விருப்பு வெறுப்பற்ற கரைப்பான்

புரோட்டானைக் கொடுக்கவும், ஏற்கவும் இயலாத கரைப்பான்களை “புரோட்டான் விருப்பு வெறுப்பற்ற கரைப்பான்” எனலாம். ஹைட்ரோகார்பன்கள், ஹாலோஜன்வழிச் சேர்மங்கள் ஆகியவை இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இந்தவகைக் கரைப்பான்கள் வினைபுரியாத தன்மையுடையன. எனவே இவற்றில் ஓர் அமிலத்தை அல்லது காரத்தைக் கரைக்கும்போது பிரிகையோ வேறு வினைகளோ நிகழ்வதில்லை. மேலும் பிற கரைப்பான்களில் அமிலம், காரம் ஆகிய இரண்டையும் ஒருங்கே சேர்த்தால் அமில - கார வினை நிகழ்கிறது. இவ்வகைக் கரைப்பான்களின் மின் கடத்தாப்பொருள் மாறிலி மிகக் குறைவு. இதன் காரணமாக, உருவாகும் அயனிகள் மூலக்கூற்று இணைப்புக்கு உள்ளாகின்றன. சான்றாகக் கார்பாக்சிலிக் அமில மூலக்கூறுகள் பென்சீனில் இரட்டைகளாக விளங்குகின்றன. இவ்வகைக் கரைப்பான்களில் நிலவும் அமிலகாரச் சமநிலைகள் பற்றிய பயனுள்ள செய்திகள் மின் இயக்குவிசை அளவீடுகளில் கிடைக்கின்றன. ஆனால் மூலக்கூறு இணைப்பு போன்றவற்றின் காரணமாக இத்தகைய ஆய்வுகள் கடினமாகின்றன.

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோட்டோப்பிளாசம்

உயிரினச் செல்களில் காணப்படும் உயிர்ப்பொருள் புரோட்டோப்பிளாசமாகும். 1835ஆம் ஆண்டு பூர்கின்ஜி, வான் மோல் ஆகியோர் செல்களிலுள்ள உயிரிப் பொருளைப்



புரோட்டோப்பிளாசம் என்றனர். புரோட்டோப்பிளாசம் ஒரு தனிப்பொருளன்று. பல பொருள்கள் கூடியமைந்த கூழ்ம நிலைப் பொருளாகும். நீர், தாதுப்பொருள், உயிர்க் கூட்டுப் பொருள்கள் போன்றவை இதில் உள்ளன.

**அமைப்பு.** புரோட்டோப்பிளாசத்தை உயிரின் அடிப்படைக் கூறு என்று ஹக்ஸ்லே என்பார் கூறுவார். உயிர் என்னும் செயற்பண்பு எங்கே காணப்படுகிறதோ அங்கே இது மூலக்கூறாக விளங்குகிறது. மேலும் இதை உயிரின் முதன்மைச் செயலகம் என்பார். இது நிறமற்ற, கூழ் அல்லது ஜெல்லி போன்ற ஓரளவிற்கு ஒளிப்புக்கூடிய பொருளாக இருக்கிறது. இயற்பிய, வேதியிய, உயிரியல் அமைப்பு என மூன்று பகுதிகளாக இதன் அமைப்பு பிரிக்கப்படுகிறது.

**இயற்பிய அமைப்பு.** புரோட்டோப்பிளாசம் நீர் நிறைந்த நிலையிலும், மிக நுண்ணிய திண்ம அல்லது நீர்மத் துகள்கள் பிரிந்த நிலையிலும் உள்ளது. இவ்வாறு இதன் அமைப்பு பலவகையாகக் காணப்படுவதால் அறிவியலார் பல கொள்கைகளை வகுத்துள்ளனர்.

**வலைக் கொள்கை (Reticular Theory).** புரோட்டோப்பிளாசம் சிறுசிறு இழைகளாக வலை போல் பின்னப்பட்டுக் காணப்படுகிறது என்று இக்கொள்கை கூறுகிறது. இவ்வலைகளின் இடைவெளிகளில் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய நீர்மம் இருக்கிறது. இவ்விழைகளுக்கு வலை (reticulum), ஸ்பான்ஜியோ பிளாசம் (spongionplasm) போன்ற பல பெயர்கள் உண்டு.

**குமிழ்க் கொள்கை (Alveolar Theory).** புரோட்டோப்பிளாசம் நுரை போன்று காணப்படும். இரு வேறுபட்ட செறிவு அல்லது அடர்த்தியுடைய நீர்மங்களில் சேர்க்கையின்போது மிகுதியும் நீர்மமான ஒன்று நுரை போல் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, எண்ணெயும், உப்புக் கலந்த நீரும் சேரும்போது உண்டாகும் ஒரு நிலையே புரோட்டோப் பிளாசம் என்று சிலர் கருதுவர்.

**இழைக் கொள்கை (Fibrillar Theory).** இது ஓரளவிற்கு வலைக் கொள்கையை ஒத்திருக்கும். புரோட்டோப்பிளாசம் பல இழைகள் போல் தோன்றும்.

**துகள் கொள்கை (Granular Theory).** புரோட்டோப்பிளாசம் ஜெல்லி போன்ற பொருளாகவும், பல துகள்களுடனும் காணப்படுகிறது. இத்துகள்கள் நேர்வரிசையில் இழைகள் போன்று அமைந்துள்ளன. இவற்றிற்கு முதன்மை அலகுகள் (Vital units or Biosphere) என்று பெயர்.

## கூழ்மநிலைக் கொள்கை (Colloidal Theory).

இதைக் குழம்பு கொள்கை என்றும் கூறுவதுண்டு. ஏனெனில், இது குழம்பு (emulsion) போன்ற அமைப்புடையது. இதில் பல வேதிப் பொருள்கள் மிக நுண்மையாகக் காணப்படுகின்றன. பாகு போன்ற நிலையில் இதனைச் சால் (sol) என்றும், நீர் குறைந்து பிசின் போலாகும் நிலையில் ஜெல் (gel) என்றும் கூறுவர். இக்கொள்கையே இப்போது பெரும்பாலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது.

## வேதியிய அமைப்பு (Chemical Composition).

புரோட்டோப்பிளாசம் பல வேதிப் பொருள்களின் சேர்க்கையினால் உண்டாகிறது. கார்பனும், ஹைட்ரஜனும் புரோட்டோப்பிளாசத்தில் மிகுந்துள்ளன. இதில் 90% நீர் உள்ளது. மற்றவை யாவும் சேர்ந்து 10% மட்டுமே உள்ளன. புரோட்டோப்பிளாசத்தில் முதன்மைக் கூட்டுப் பொருள் களாகக் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம், ஃபாஸ்பரஸ் ஆகியவை உள்ளன. கார்பன் மற்றவற்றுடன் சங்கிலி போல் சேர்ந்துள்ளது.

ஆக்சிஜனும், ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்து நீர் உண்டாகிறது. புரோட்டோப்பிளாசத்தில் கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பு ஆகிய மூன்றும் முதன்மைப் பொருள்களாகக் காணப்படுகின்றன. கார்போஹைட்ரேட்டில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய மூன்றும் கலந்துள்ளன. இவை எளிதாகச் செரிக்கக் கூடியனவாகும். இவை நொதிகளில் சிறு சிறு பொருள்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுப் பின் செரிக்கப் படுகின்றன. கிளைக்கோஜன், குளுக்கோசாக மாற்றப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

புரோட்டோப்பிளாசத்தில் மிகுதியாகக் காணப்படுவது புரதப்பொருளாகும். புரதத்தின் அடிப்படை அலகாக அமினோ அமிலங்கள் திகழ்கின்றன. 23 அமினோ பகுதி ( $\text{NH}_2$ ) இருப்பதாக இதுவரை கண்டுபிடித்துள்ளனர். ஒரு செல்லையோ, திசுக்களையோ அனைத்து உறுப்புகளின் தொழில் ஒத்துழைப்பையோ ஒழுங்குபடுத்தக்கூடிய உயிர்க் கூட்டுப்பொருள்களாகிய நொதி, வைட்டமின், சுவாசத்துகள், ஹார்மோன் ஆகியவையும் புரோட்டோப்பிளாசத்தில் கலந்து காணப்படுகின்றன.

புரோட்டோப்பிளாசத்தில் கொழுப்பு, கிளிசராலாலும், கொழுப்பு அமிலங்களாலும் சேர்ந்து உண்டாகும். சில ஸ்டீரால்கள் இவ்வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. கொலஸ்ட்ரால், வைட்டமின் D, சில பாலியல் சுரப்புகள் ஆகியவையும் புரோட்டோப்பிளாசத்தில் முதன்மைப் பொருளாகும். இவை எளிதாகப் புரோட்டோப்பிளாசத்தினால் ஆக்சிஜனேற்றம்

பெற்று வெப்ப ஆற்றலை உடலுக்குக் கொடுக்கின்றன. புரோட்டோப்பிளாசத்தில் சிறிதளவு உப்பு காணப்படுகிறது. இது போதிய அளவில் இராவிடில் உயிரிய வேதிய மாற்றம் நடைபெறாது. சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம், குளோரின், அயோடின் போன்றவை மிக நுட்ப அளவில் சேர்ந்த கூட்டுப்பொருள்களாகவே உள்ளன.

**உயிரியல் அமைப்பு.** புரோட்டோப்பிளாசம் ஒரு கூழ்ம நிலை மண்டலமாக இருக்கிறது. இதில் நீர்மங்கள் கலந்தும் கலவாமலும் இருக்கின்றன. சில சமயங்களில் கொலாய்டு ஜெல்லியாக மாறுகிறது. சான்றாக வெப்பப்படுத்தும் போது இச்செயல் நடைபெறுகிறது. இறுகிய நிலையில் இதற்கு ஜெல் (gel) என்றும், நீர்மநிலையில் சால் (sol) என்றும் பெயர். புரோட்டோப்பிளாசம் அடிக்கடி ஜெல் நிலையிலிருந்து சால் நிலைக்கும், சால் நிலையிலிருந்து ஜெல் நிலைக்கும் மாறிக் கொண்டிருக்கும். ஏனைய உப்புகளும், சில கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளும் நீர்ம நிலையில் இருக்கின்றன.

புரோட்டோப்பிளாசத்தின் மற்றொரு குறிப்பிடத்தக்க பண்பு தன்னைச் சுற்றிலும் புரதமும் கொழுப்பும் சேர்ந்த ஒரு மெல்லிய சவ்வுப் போர்வையை அமைத்துக் கொள்வதேயாகும். இச்சவ்வு ஒருசில நீர்மத்தை மட்டுமே உள்அனுப்பவோ, வெளிவிடவோ செய்யும் தன்மையுடையது. சான்றாக நீரைத் தவிர ஏனைய உப்புகள், பெரிய கூட்டணுக்கள் முதலியன ஊடுருவிச் செல்ல முடியா.

புரோட்டோப்பிளாசம் உணரும் இயல்புடையது. உடலின் ஒரு பகுதி தூண்டப்பட்டால், மற்றப் பகுதிகளுக்கு அவ்வுணர்வு அனுப்பப்படுகிறது. இதுவே கடத்துதிறன் (conductivity) என்பதாகும். இப்பண்பு புரோட்டோப்பிளாசத்திற்கு உண்டு. புரோட்டோப்பிளாசம் எப்போதும் ஒரே நிலையில் அமையாமல் அடிக்கடி மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். மிக எளிதில் சிறு பொருளாகவும் பிரியக்கூடும்.

ஜி. லெவ்ஹ்மணன்

## புரோட்யூரா

பூச்சிகளின் வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள ஒரு வரிசை புரோட்யூரா ஆகும். தொன்மையான பூச்சிகளான இவை மிகச் சிறியவையாய் இள மஞ்சள் நிறத்தையுடையன. மேலும் இப்பூச்சிகள் இறக்கையற்ற (apterygota) பூச்சிகளின் வகைப்பாட்டைச் சாரும். இவற்றுள் மிகப்பெரியவை 2 மி.மீ.

அளவே இருக்கும். இவ்வரிசையில் 200 இனங்கள் உள்ளன. சில்வெஸ்ட்ரி என்பார் இதன் வரிசையைத் தெரியப் படுத்தினார். புரோட்யூராப் பூச்சிகள் உலகின் பல பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை ஈர மண், மக்கிய இலை, கற்கள், மரப்பட்டையின் அடியில் வசிக்கும்.

**வெளியமைப்பு.** இவற்றின் தலை முன்புறமாகக் குறுகியிருக்கும். இப்பூச்சிகளுக்குக் கூட்டுக் கண்கள் கிடையா. அவற்றிற்குப் பதிலாக இவற்றின் தலையின் இரு புறங்களிலும் இரு நுண்ணிய போலித் தனிக்கண்கள் (pseudocelli) உள்ளன. இவை கொல்போலாவின் பின்தலை உணர் நீட்சி உறுப்புகளை வளர்ச்சியில் ஒத்திருக்கலாமென்று கருதப்படுகிறது. இவற்றின் அமைப்பு, நரம்பின் நுழைவு, தசை அமைப்பு முதலியவற்றை வைத்து இவை சுருங்கிய தலை உணர் நீட்சிகளாக (vestigial antennae) இருக்கலாமென்றும் கருதப்படுகிறது. இவற்றுக்குத் தலை இணைப்புடைய உணர் நீட்சிகள் (antennae) இன்மையால் மார்பின்முன் கால்களைத் தலையின் முன்பாக மேல்நோக்கி வைத்துக் கொண்டு நகரும். மேலும் இவற்றில் உணர்ச்சி முன்முடி (sensory bristles) உள்ளமையால் இவை தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகளாகப் (tactile organs) பயன்படுகின்றன. சில நேரங்களில் இப்பூச்சிகள் நகரும்போது தலையின் முன் பகுதியையும், வால் பகுதியையும் தலையில் நிறுத்திக் கொண்டும் மற்றக் கண்டங்களை மேல்நோக்கிச் சுருக்கிக் கொண்டும் நகரும்.

வாயுறுப்புகள் தலையின் உட்பகுதியில் உள்ளன. மேலுதடு (labrium) குறுகியிருக்கும். துருவு தாடைகளும், வெட்டும் தாடைகளும் தடித்த குறுகிய கூர்நீட்சியாக அமையும். கீழுதட்டின் ஒரு பகுதி தட்டையாகவும் மற்றொரு பகுதி கூர்மையாகவும் இருக்கும்.

முதல் மார்புக் கண்டம் சிறிதாகக் குறுகித் தெளிவாகக் காணப்படும். இடை மார்புக் கண்டம், கடை மார்புக் கண்டம் ஆகியன சற்றுப் பெரியவையாக அகன்று காணப்படும். மார்புக் கண்டம், மார்புத் தகடுகளால் மூடப்படாமல் இருக்கும். மூன்று இரட்டைக் கால்கள் மூன்று மார்புக் கண்டத்தில் உள்ளன. கால்கள் நீண்டு, ஒரே கண்டமுடைய ஒரே தகடுடைய குதிகால் கண்டமுடையதாக (tarsus) இருக்கும்.

வயிறு குறுகி மிக நீண்டதாக இருக்கும். புதிதாகப் பிறந்த வகையில் 9 வயிற்றுக் கண்டங்கள் உள்ளன. பின் வளர்ச்சியில் இறுதியில் உள்ள இரண்டு கண்டங்களுக்கும் இடையில் மூன்று கண்டங்கள் தோன்றுகின்றன. இதை



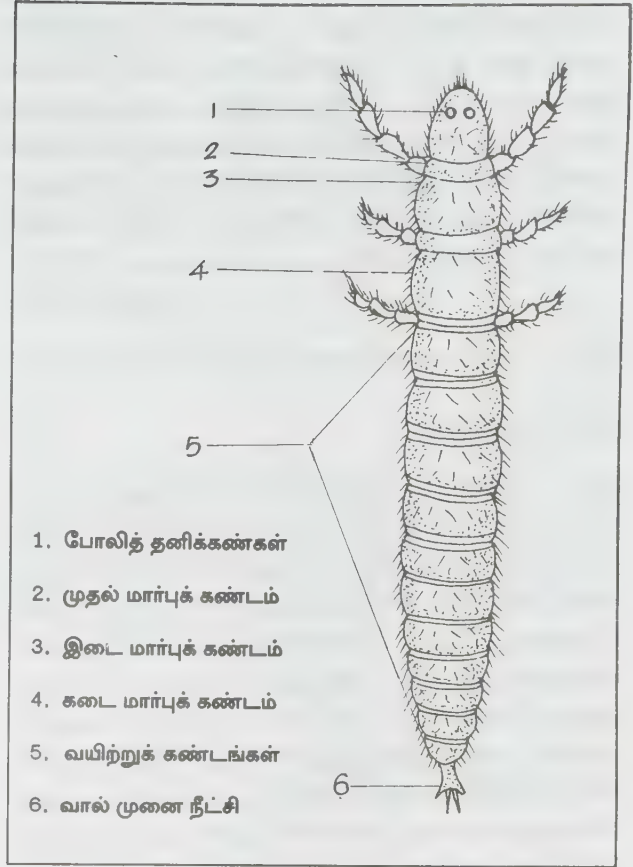
உருவேற்றம் (anamorphosis) என்பர். எனவே, முதிர்ந்த பூச்சியில் 12 வயிற்றுக் கண்டங்கள் உள்ளன. உருவேற்றம் என்பது டிப்லோபோடு, கைலோபோடு ஆகியவற்றின் பண்பாகும். இவற்றின் இறுதிக் கண்டங்களில் மலக்கண்ட உணர் நீட்சிகள் (cerci) இல்லை. எளிய அமைப்புடைய வால் கூர்நீட்சியை (telson) வைத்தே இவற்றுக்கு இப்பெயர் வந்தது. தனி அமைப்புடைய வெளி இன உறுப்புகள் (genitalia) இனத்துளையை ஆணிலும் பெண்ணிலும் சூழ்ந்திருக்கும்.

**உள்ளமைப்பு.** உணவுக்குழல் மிக எளிமையாக நீண்டதாக இருக்கும். நடுக்குழல் (midgut) மட்டும் அகன்றிருக்கும். இரு துருவு தாடைச் சுரப்பிகளும், இரு கீழுதட்டு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளும் உள்ளன. நடுக் குழலில் 6 ஒற்றை அல்லது இரட்டை உணர்ச்சித் தடிப்புகளாக (papillae) மால்டீஜியன் நுண் குழல்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று கூட்டுகளாக அமைந்துள்ளன.

**நரம்பு மண்டலம்.** நரம்பு மண்டலத்தில் மூளையுடன, மார்பு முன் நரம்பணுத் திரளும், உணவுக்குழல் கீழ் நரம்பணுத் திரளும் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இடை மார்புக் கண்டம் (mesothroax), கடை மார்புக் கண்டம் (metothroax) முதல் 6 வயிற்றுக் கண்டம் ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனி நரம்பணுத் திரள்கள் உள்ளன. நரம்பு வடம் முழுவதும் இணைப்பு நரம்புகள் (connectives) இரட்டையாக இருக்கும். இறுதி நரம்பணுத்திரள் பெரியதாக இருக்கும். காலின் அடியில் துணை நரம்பணுத்திரள் இருக்கும்.

**சுவாச உறுப்பு.** பெரும்பாலானவற்றில் சுவாசக் குழல் தொகுப்பு இல்லை. எனவே, அவற்றில் புறத்தோல் (cuticle) வழியாக நடைபெறும். ஊடுபரவல் நிலைத்த அளவை (diffusion) அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் இவ்வினத்தில் ஈயோசன்டோமன் என்னும் பூச்சியில் மட்டும் சுவாசக் குழல் தொகுப்பு உண்டு. இதில் ஈரிரட்டைச் சுவாசத் துளைகள் நடு, கடை மார்புக் கண்டங்களில் உள்ளன. ஒருபுறமுள்ள சுவாசக்குழல் மறுபுறமுள்ளவற்றுடன் இணைப்பற்று விளங்குகிறது.

**இனப்பெருக்க உறுப்புகள்.** ஈரிரட்டைச் சூல் சுரப்பிகள் சூல் நாளங்களுடன் உள்ளன. சூல் நாளங்களிணைந்து சிறு பெண் இனப்புழையுள் (vagina) திறக்கும். இது 11ஆம் வயிற்றுக் கண்டத்திற்கும், வால்கூர் நீட்சிக்கும் இடையில் வெளியே திறக்கிறது. முதிர்ந்த சூல் அ.க.15-43அ



1. போலித் தனிக்கண்கள்
2. முதல் மார்புக் கண்டம்
3. இடை மார்புக் கண்டம்
4. கடை மார்புக் கண்டம்
5. வயிற்றுக் கண்டங்கள்
6. வால் முனை நீட்சி

## புரோட்டூரா

சுரப்பி கடைமார்புக் கண்டத்திலிருந்து 9ஆம் வயிற்றுக் கண்டம் வரை நீண்டிருக்கும். இது ஏனைய பூச்சிகளின் பல கிளைச் சூல்சுரப்பியின் ஒரு கிளையை ஒத்தது. இதன் முன் முனையில் இன அணுப்பை (germarium) ஆணில் விந்துச் சுரப்பி நீண்ட இணைப்பையாக முன்புறம் நடுமார்புக் கண்டத்தில் இணைந்து அமைந்துள்ளது. விந்து நாளங்கள் நெருங்கிச் சுருண்டவையாக உள்ளன. ஆண் புணர்ச்சி உறுப்பு 11ஆம் கண்டத்திற்கும் வால்கூர் நீட்சிக்கும் இடையில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். விந்துச் சுரப்பியின் முன் முனையிலும் இனப்பை உண்டு.

குருதிச் சுழற்சி உறுப்பு தனிச் சிறப்புடையது. இதற்குத் துடிக்கும் மேற்குழல் (pulsatory dorsal vessel) கிடையாது. ஆனால் இப்பகுதியில் நீளமான ஓடை போன்ற இழை உள்ளது. இது இதயயுறை வடம் (pericardial card) ஆகும்.

பிற பண்புகள். முதலில் இப்பூச்சிகள் இணைக்காலிகளின் தனி வகுப்பாகவே வைக்கப் பட்டிருந்தன. வாயுறுப்புகளின் அமைப்பு கொலம்போலாவை ஒத்துள்ளமையும், மூன்று இரட்டைக் கால்கள் அமைந்துள்ளமையும், வயிற்றுக் கண்ட வெளி உறுப்புகளின் சுருங்கிய நிலையும், தனித்தமைந்த மாப்புப் பெருங்கண்டமும் பூச்சிகளின் பண்புகளாக விளங்குவதால் இவை பூச்சி வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டன.

சே. மு. மது இப்ராகிம்

## புரோப்பிலீன்

இது ஒரு நிறமற்ற வளிமம். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு  $C_3H_6$ . கொதிநிலை  $-48^\circ C$ ; உருகுநிலை  $-185^\circ C$ . இது ஒலிஃபீன் படிவரிசையைச் சேர்ந்தது. ஹைட்ரோகார்பன் களை வெப்பத்தால் சிதைவுறச் செய்யும் அனைத்து வினைகளிலும் புரோப்பிலீன் உண்டாகிறது. புரோப்பேன் வளிமத்தை வினைவேகமாற்றியிட்டு துணை கொண்டு ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தும் புரோப்பிலீனைப் பெறலாம். அசெட்டோன் பெறுவதற்குத் தேவையான ஆல்கஹால் தயாரிக்கப் புரோப்பிலீன் பயனாகிறது. அயனியாகாத அழுக்கு நீக்கி மற்றும் உயவு எண்ணெய் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன்படும் அல்க்கைல் ஃபீனால்கள் பெறுவதற்குப் புரோப்பிலீன் தேவைப்படுகிறது. அக்ரோலீன், அல்க்கைல் ஆல்கஹால், அல்லைல் குளோரைடு, எப்பிகுளோரோ எஹுட்ரின், செயற்கை முறை கிளிசரின், பியூட்டிரால்ஹைடு, பியூட்டில் ஆல்கஹால், ஐசோபியூட்டில் ஆல்கஹால் ஆகிய சேர்மங்களைப் புரோப்பிலினிலிருந்து தயாரிக்கலாம். புரோப்பிலீன் ஆக்சைடு தயாரிக்கவும் புரோப்பிலீன் பயனாகிறது.

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோப்பனால்

நிறைவுற்ற மூன்று அலிஃபாட்டிக் ஆல்கஹால்களில் (அல்கனால்கள்) ஒன்று புரோப்பனால் ஆகும். n-புரோப்பனால் (புரோப்பில் ஆல்கஹால், 1-புரோப்பனால், எத்தில் கார்பினால் என்றும் வழங்கப்படும்). ஓரியணைய அலிஃபாட்டிக் ஆல்கஹால்களின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. இது ஒரு மூலக்கூறு வாய்பாடு  $CH_3CH_2CH_2OH$ .

இது நிறமற்ற எரிச்சலூட்டும் நெடியுடைய நீர்மம்: இதன் சில இயற்பியல் பண்புகள் வருமாறு: மூலக்கூறு நிறை 60.09; கொதிநிலை  $97.2^\circ C$ ; உருகுநிலை  $-126.2^\circ C$ ; அடர்த்தி எண் (specific gravity) 0.8036 ( $20^\circ C$  இல்). புரோப்பனால் நீரிலும் பிற கரிமக் கரைப்பான்களிலும் எளிதில் கரையும். n-புரோப்பனால் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது; இது எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும்.

எத்திலீனை ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்றம் செய்வதால் வினையும் புரோப்பியானால் டிஹைடை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தால் புரோப்பனால் கிடைக்கிறது. இதுவே புரோப்பனால் தயாரிக்கும் முறையாகும். இதன் முதன்மைப் பயன்களில் கரைப்பானாகப் பயன்படுவதையும், புரோப்பில் அசெட்டேட் பெருமளவில் தயாரிப்பதற்கு உதவுவதையும், பிற வேதிப்பொருள் தயாரிப்பில் இடைநிலைச் சேர்மமாக விளங்குவதையும் குறிப்பிடலாம்.

ஈரிணைய ஆல்கஹாலில் முதன்மையானது ஐசோபுரோப்பனால் ஆகும். இதன் வேதி வாய்பாடு  $CH_3CHOHCH_3$ . இது 2-புரோப்பனால், ஐசோபுரோப்பில் ஆல்கஹால், டைமெத்தில் கார்பினால் என்றும் குறிக்கப்படும். இது தொழிலங்களில் இன்றியமையா வேதிப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இது நிறமற்ற எளிதில் பாயும் நீர்மம்; இதன் சில இயற்பியல் பண்புகளாவன: மூலக்கூறு நிறை 60.09; கொதிநிலை  $82.3^\circ C$ ; உருகுநிலை  $-88.5^\circ C$ ; அடர்த்தி எண் 0.786 ( $20^\circ C$  இல்). இது எரிச்சலூட்டும் நெடியும், சுவையும் உடையது. இது நீர் மற்றும் பெரும்பாலான கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையும்.

புரோப்பிலீனை வினையூக்க நீரேற்றம் செய்வதால் இதனைப் பெறலாம். வினையூக்க ஹைட்ரஜன் நீக்க முறையால் அசெட்டோன் தயாரிப்பில் இது பெருமளவு பயனாகிறது. ஐசோபுரோப்பனால் கரைப்பானாகவும், சாறு இறக்கியாகவும் (extractant), உறைதல் எதிர்ப்பியாகவும் (antifreeze) பயன்படுகிறது.

த. தெய்வீகன்

## புரோப்பேன்

அல்கேன் படிவரிசையில்  $C_3H_8$  என்னும் மூலக்கூறு வாய்பாடுடைய ஹைட்ரோகார்பன், புரோப்பேன் ஆகும். இது ஒரு நிறமற்ற வளிமம். இதன் மூலக்கூறு நிறை 44. காற்றைவிட மிகை அடர்த்தி உடையது. உலோகங்களை



இவ்வளிமம் அரிக்காது. இதன் கொதிநிலை  $-42.5^{\circ}\text{C}$ ;  
உருகுநிலை  $-189.9^{\circ}\text{C}$ . நீரில் சிறிதளவு கரையும்  
தன்மையுடையது.

ஆல்கஹால், ஈதர் போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களில் இது நன்கு கரையும். இதை இயற்கை வளிமத்திலிருந்தும், பெட்ரோல் தூய்மையாக்கும்போதும் பெறுகின்றனர். இவ்வளிமம் வீடுகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. தனியாகவோ காற்றோடு அல்லது பியூட்டேன் வளிமத்தோடு கலந்தோ இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. அல்க்கேன்களின் அனைத்து வேதிப் பண்புகளையும் புரோப்பேன் கொண்டுள்ளது.

## மரிய புஷ்பராஜ்

ஃபுரோபிசர் விரிகுடா

இது கண்டாவிலுள்ள பார்பின் தீவிற்குத் தென்கிழக்கு முனையிலிருந்து வடமேற்காகப் பரவியுள்ள விரிகுடா ஆகும். ஃபிரோபிசர் விரிகுடா (Frobisher bay) வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் கடற் கூம்பாகும். இவ்விரிகுடா ஏறத்தாழ 240கி.மீ. நீளத்தையும், 30 - 60 கி.மீ. அகலத்தையும், 120கி.மீ. உச்ச ஆழத்தையும் கொண்டுள்ளது. இவ்விரிகுடா 1576ஆம் ஆண்டில் சர் மார்ஷின் ஃபிரோபிசர் என்பாரால் கண்டறியப்பட்டது. இவர் விரிகுடாவை நீர்ச்சந்தி (strait) என்றே நம்பினார். ஆனால் 1860ஆம் ஆண்டில் இது விரிகுடா என்று சுட்டிக்காட்டப்பட்டது.

ஃபிரோபிசர் விரிசுடாவின் முகப்பில் அமைந்திருக்கும் பிராங்கினின் நகரம், வடகிழக்குப் பகுதிகள், கிழக்கு ஆர்க்டிக் பகுதிகளுக்குத் தலைமையகமாகத் திகழ்கிறது. முதன்முதலாக 1914 ஆம் ஆண்டில் வணிக மையமாகவும் அதன் பின்னர் இரண்டாம் உலகப்போரின் போது விமானத்தளமாகவும் இந்நகரம் செயல்பட்டது. இப்பகுதியில் வானொலி வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையம் ஒன்று நிறுவப்பட்டுள்ளது.

ம. அ. மோகன்

**புரோமின்**

அலோகத் தனிமங்களுள் நீர்மமாக இருக்கும் தனிமம் புரோமின் (Bromine) ஆகும். ஹாலோஜன் தனிமங்களுள் ஒன்றான இது தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில்

புரோம்ப் 677

குளோரினுக்குக் கீழ் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலியீடு  
Br; அணு எண் 35; அணுநிறை 79.909.

சாதாரண நிலையில் ஈரணு மூலக்கூறுகளைக் ( $10^6$ ) கொண்ட இத்தனிமம் கருஞ்சிவப்புநிற, குறைவான கொதிநிலை மற்றும் உயர் அடர்த்தி கொண்ட எரிச்சலூட்டும் நெடியுடைய நீர்மம். புரோமின் என்னும் பெயர் கி.பி. 1826-ல் மொழிச் சொல்லான Biomos என்பதிலிருந்து வந்ததாகும்.

Ia																		IIa										IIb										IIIa										IVa										Va										VIa										VIIa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1 H																		2 He																		3 Li																		4 Be																		5 B																		6 C																		7 N																		8 O																		9 F																		10 Ne																																																																																																																																																																																																																																																											
11 Na																		12 Mg																		13 Al																		14 Si																		15 P																		16 S																		17 Cl																		18 Ar																																																																																																																																																																																																																																																																																															
19 K																		20 Ca																		21 Sc																		22 Ti																		23 V																		24 Cr																		25 Mn																		26 Fe																		27 Co																		28 Ni																		29 Cu																		30 Zn																																																																																																																																																																																																																							
31 Ga																		32 Ge																		33 As																		34 Se																		35 Br																		36 Kr																		37 Rb																		38 Sr																		39 Y																		40 Zr																		41 Nb																		42 Mo																		43 Tc																		44 Ru																		45 Rh																		46 Pd																		47 Ag																		48 Cd																																																																																																											
49 In																		50 Sn																		51 Sb																		52 Te																		53 I																		54 Xe																		55 Cs																		56 Ba																		57 La																		58 Ce																		59 Pr																		60 Nd																		61 Pm																		62 Sm																		63 Eu																		64 Gd																		65 Tb																		66 Dy																		67 Ho																		68 Er																		69 Tm																		70 Yb																		71 Lu																	
72 Hf																		73 Ta																		74 W																		75 Re																		76 Os																		77 Ir																		78 Pt																		79 Au																		80 Hg																		81 Tl																		82 Pb																		83 Bi																		84 Po																		85 At																		86 Rn																																																																																																																																																																	
87 Fr																		88 Ra																		89 Ac																		90 Th																		91 Pa																		92 U																		93 Np																		94 Pu																		95 Am																		96 Cm																		97 Bk																		98 Cf																		99 Es																		100 Fm																		101 Md																		102 No																		103 Lr																																																																																																																													

லாந்தனைடு

தொகுதி

ஆக்டினைடு

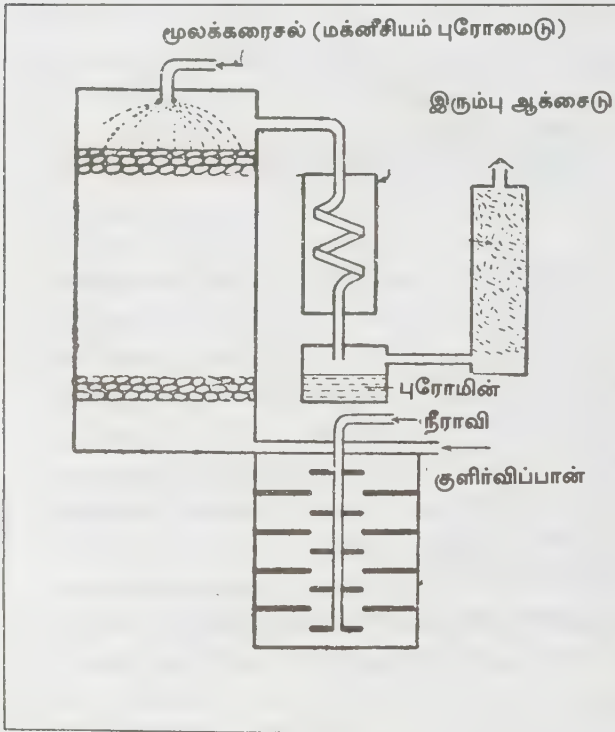
தொகுதி

கிடைத்தல். இது தாதுகளில் வெள்ளி அல்லது கார உலோகங்களின் புரோமைடுகளாகக் காணப்படுகிறது. சில கனிமங்களிலும், கடல் நீரிலும் இது மக்னீசியம் புரோமைடாகக் கிடைக்கிறது. காரனலைட் கனிமத்தில் ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ) புரோமின் 0.2% இருக்கிறது. புவிமேலோட்டில்  $10^{15} - 10^{18}$  டன் புரோமின் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. கடல்நீரில் இருந்து புரோமின் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. 1 ச.கி.மீ. கடல் நீரில் 3,08,000 டன் உள்ளது. 15,000 டன் கடல்நீரைத் தூய்மையாக்கினால் 1 டன் புரோமினைப் பெறலாம். ஆய்வகங்களில் உலோகப் புரோமைடை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் புரோமினைப் பெறலாம்.

**தயாரிப்பு.** காரனலைட்டின் தெவிட்டிய கரைசலிலிருந்து (saturated solution) குளோரைடுகளைப் படிக்கமாக்கல் முறையில் நீக்கிய பிறகு கிடைக்கும் மூலக்கரைசல் இதற்காகப் பயன்படுகிறது. குடான மூலக் கரைசல் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு கோபுரத்திலுள்ள பீங்கானால் செய்யப்பட்ட பந்துகளின் ஊடே புகுந்து செல்லும்படிச் செய்யப்படுகிறது. கோபுரத்தின்

அடிப்பகுதியிலிருந்து மேல்நோக்கியவாறு குளோரின் வளிமமும் நீராவியும் செலுத்தப்படுகின்றன. மேல் நோக்கிச் செல்லும் குளோரின் வளிம மூலக்கரைசலிலுள்ள மக்னீசியம் புரோமைடுடன் வினைபுரிவதால், புரோமின் விலக்கப்படுகிறது. விலக்கப்பட்ட புரோமின் கோபுரத்தின் மேல் பகுதியிலிருக்கும் வெளிச் செல்லும் குழாயின் வழியாகச் சென்று கம்பிச் சுருள் போன்ற அமைப்பைக் கொண்ட குளிர் கலத்தை அடைகிறது; அங்குக் குளிர்ச்சியால் சுருங்கி, சிவப்புநிற நீர்மமாகக் கலத்தில் சேருகிறது. நீர்மமாக எஞ்சிய புரோமின் வளிமம் ஈரமான இரும்புத் துள்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு கோபுரத்தினுள் செல்கிறது. அங்குப் புரோமின், இரும்பு புரோமைடாக மாறுகிறது.

மூலக்கரைசல் கோபுரத்தின் அடிப்பகுதியை அடைந்ததும் ஒரு தொட்டியில் சேருகிறது. இத்தொட்டிக்குள், நீராவியைச் செலுத்துவதன் மூலம், மூலக்கரைசலில் கரைந்திருக்கும் புரோமின் வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.



மேற்காணும் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட புரோமினில் குளோரினும், அயோடின் மாகக்ளாக உள்ளன; இவற்றை நீக்குவதற்காக மாசுள்ள புரோமின் பொட்டாசியம் புரோமைடு, துத்தநாக ஆக்சைடு ஆகியவற்றுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிக்கப்படுகிறது. பொட்டாசியம் புரோமைடு

குளோரினையும், துத்தநாக ஆக்சைடு அயோடின்னையும் நீக்குகின்றன.

மின் பகுப்பு முறை. கார்பைலைட் கனிமத்திலிருந்து பெற்ற மூலக் கரைசலை மின்னாற்பகுத்தால் புரோமின் தேர் மின்முனையில் விலக்கப்படுகிறது. மின்னாற்பகுக்கும் போது மக்னீசியம் புரோமைடுடன் சேர்ந்திருக்கும் மக்னீசியம் குளோரைடு அனைத்துப் புரோமினும் வெளிவரும் வரை பாதிக்கப்படுவதில்லை.

இயற்பிய பண்புகள். புரோமினின் சில இயற்பியப் பண்புகள் அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### அட்டவணை 1

அடர்த்தி (20°Cஇல்)	3.1226
உறைநிலை (0°C)	-7.27
கொதிநிலை, (760மி.மீ. Hg)(°Cஇல்)	58.8
ஒளிவிலகல் எண் (20°Cஇல்)	1.6083
உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (கலோரி/கி)	15.8
ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (கலோரி/கி)	44.9
ஆவி அடர்த்தி (கி/லி) (0°C 1வ.ம.அ.இல்)	7.139
பாகுதன்மை (சென்டிஸ்டோக்ஸ், 20°C இல்)	0.314
பரப்பு இழுவிசை, (டைன்/செ.மீ. 20°C)	49.5
30°C	47.3
40°C	45.2
மின்டத்தாப் பொருள் மாறிலி	3.33
(10 <sup>5</sup> அதிர்வெண், 25°Cஇல்)	
வெப்ப இயக்கவியல் தரவு (கலோரி/மோல்K))	

வெப்பநிலை (K)	இயல்பாற்றல் வெப்ப (Entropy)	ஏற்புத்திறன் (Heat capacity)
---------------	-----------------------------	------------------------------

திண்மம்	265.9	24.786	14.732
நீர்மம்	265.9	34.290	18.579



புரோமினை  $-7^{\circ}\text{C}$ க்குக் குளிரச் செய்தால் பழுப்பு நிறமுள்ள திண்மம் உண்டாகிறது. இது பொறுக்க முடியாத நெடியுடைய ஆவியைத் தருகிறது; தோல் மீது பட்டால் இது காயத்தை உண்டாக்கும். புரோமின் உப்புகளில் புரோமினின் இணைதிறன் எண்  $-1$ ,  $+5$  என்றவாறு சாதாரணமாக இருந்தாலும்  $+1$ ,  $+3$ ,  $+7$  ஆகிய நிலைகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. இதன் இரண்டு ஐசோடோப்புகளான  $^{79}\text{Br}$ ,  $^{81}\text{Br}$  ஆகியவை இயற்கையில் சம அளவில் உள்ளன. மேலும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. ஏறத்தாழ ஒரே சமயத்தில் பல அறிவியலார் முயன்றிருப்பினும் கண்டுபிடித்தவராக ஏ.ஜெ. பலார்டு (1826) என்பார் கருதப்படுகிறார்.  $20^{\circ}\text{C}$ இல் நீரில் புரோமினின் கரைதிறன்  $3.38$  கி./ $100$  கி. கரைசல் என்னும் அளவில் உள்ளது. ஆனால் புரோமின் உப்புகள் அல்லது ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலத்தில் கரைதிறன் மிகுதியாகிறது.

புரோமின் வினைகளில் குளோரினை ஒத்திருந்தாலும் அவ்வினைகள் மெதுவாக நடைபெறுகின்றன. இதை  $200^{\circ}\text{C}$ க்கு வெப்பப்படுத்தினாலே சோடியம் உலோகத்துடன் வினைபுரியும். இது தகுந்த அளவு நீரில் கரைந்து புரோமின் நீரைத் தருகிறது. புரோமினுடைய தெவிட்டிய கரைசலை நன்கு குளிரச் செய்தால் புரோமின் ஹைட்ரேட் ( $\text{Br}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) கிடைக்கிறது. இது ஹைட்ரஜனுடன் சேரும்போது தீவிர வினை நிகழ்வதில்லை; பிளாட்டினம் வேகமாற்றி இவ்வினையை விரைவுபடுத்துகிறது. இது பெரும்பாலும் அனைத்து உலோகங்களுடனும், சல்ஃபர், பாஸ்ஃபரஸ், ஆர்செனிக் ஆகிய அலோகங்களுடனும் வினைபுரிகிறது. புரோமின் ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜனேற்றியாகும். குளிர்ந்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சோடியம் ஹைப்போ புரோமைட்டையும், சூடான சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சோடியம் புரோமைட்டையும் புரோமின் தருகிறது. இது அயோடினைப் பொட்டாசியம் அயோடைடிலிருந்து விலக்குகிறது. எனவே, இவ்வினையைப் பயன்படுத்திப் புரோமின் எடையைக் கண்டறியலாம்.

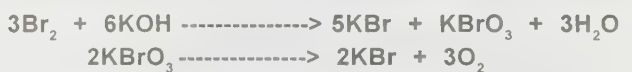
**ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலம் ( $\text{HBr}$ ).**  
புரோமினையும் ஹைட்ரஜனையும் பிளாட்டினம் வேகமாற்றியின் மீது செலுத்துவதன் மூலம் ஹைட்ரஜன் புரோமைடைப் பெறலாம். குளோரைடை அடர் சல்ஃபூரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தி ஹைட்ரஜன் குளோரைடைத் தயாரிப்பது போலப் புரோமைடை அடர் சல்ஃபூரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தி, தூய நிலையில் ஹைட்ரஜன் புரோமைடைத் தயாரிக்க முடியாது; இதற்குக் காரணம் முதலில் பெறப்பட்ட ஹைட்ரஜன் புரோமைடு அடர்

சல்ஃபூரிக் அமிலத்தால் ஏற்றம் அடைந்து புரோமினைத் தருவதேயாகும்.

## அட்டவணை 2

மூலக்கூறு நிறை	80.9
உருகுநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	- 86.8
கொதிநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	- 66.7
தன்வெப்பம் (நீர்மம்) (கலோரி/கி.)	0.176
தன்வெப்பம் (ஆவி) (கலோரி/கி.)	0.085
உருகுதலின் வெப்பம் (கலோரி/கி.)	71.1
ஆவியாதலின் வெப்பம் ( $66.7^{\circ}\text{C}$ இல்) (கலோரி/கி.)	52.0
உய்ய வெப்பநிலை ( $^{\circ}\text{C}$ )	89.8
உய்ய அழுத்தம் (வளிமண்டலம்)	84

**பண்பு.** இது ஒரு நிறமற்ற புகையக்கூடிய வளிமம்; நீரில் நன்றாகக் கரையும். இது  $126^{\circ}\text{C}$ இல் கொதிக்கக்கூடிய நிலையான கலவையைத் தருகிறது. இதில் 48% ஹைட்ரஜன் புரோமைடு உள்ளது. இதன் சில இயற்பிய பண்புகள் அட்டவணை 2இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. காரங்களுடன் வினைபுரிந்து புரோமைடு உப்புகளைத் தருகிறது. புரோமின் ஆவியைச் சூடான பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலினுள் செலுத்தினால் பொட்டாசியம் புரோமைடு, பொட்டாசியம் புரோமேட் ஆகியவை கிடைக்கின்றன.

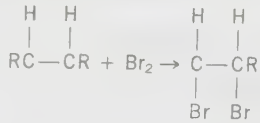


வெள்ளி, தாமிரம், பாதரசம், காரீயம் ஆகியவற்றின் புரோமைடுகள் தவிரப் பெரும்பாலும் பிற அனைத்துப் புரோமைடுகளும் நீரில் கரைகின்றன. சாயப் பொருள் தயாரிக்கவும், எத்திலின் புரோமைடைத் தயாரிக்கவும் புரோமின் பயனாகிறது. பொட்டாசியம் புரோமைடு அல்லது சோடியம் புரோமைடு மருத்துவத்தில் தூக்க மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

**கரிமப் புரோமைடு.** பல்வேறு கரிம புரோமைடு சேர்மங்கள் தொழிலகப் பயன்பாடு மிக்கவையாக உள்ளன. கரிமச் சேர்மங்களுடன் புரோமின் எளிதில் வினைப்

படுவதாலும், கரிமச் சேர்மங்களிலிருந்து இதனை உடன் பதிலிடவோ, விலக்கவோ முடிவதாலும் இத்தனிமம் குறித்து விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. இச்சேர்மங்கள் வினை இடைப்பொருள்களாக (reaction intermediates) விளங்குகின்றன. புரோமின் வினைகள் எளியவையாக உள்ளமையால் வினைவழிமுறைகளைக் கண்டறிவதில் பயன்படுகின்றன.

நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மங்களான இரட்டைப் பிணைப்பு, முப்பிணைப்புச் சேர்மங்களுடன் புரோமின் சேர்ந்து அவற்றை நிறைவுறு சேர்மங்களாக்குகின்றன. இவ்வினை பின்வருமாறு நிகழ்கிறது.

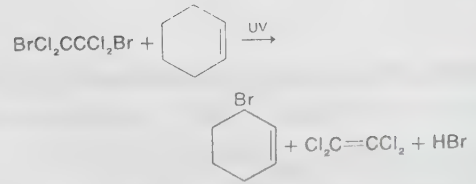


பெர்குளோரோ எத்திலீனில் (1, 1, 2, 2-டெட்ரா குளோரோ எத்திலீன்) புரோமினேற்றம் மெதுவாகவே நிகழ்வதால் வினையை விரைவாக்க வினைவேக மாற்றி தேவை.

இரும்பு, இரும்பு புரோமைடு, அலுமினியம் புரோமைடு போன்ற வினையூக்கிகள் முன்னிலையில் அரோமாட்டிக் சேர்மங்களுடன் புரோமின் வினைபுரியும்போது அணுக்கரு வளையத்தில் பதிலீடு நிகழ்கிறது. நிறைவுற்ற அல்ஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களை நேரடிப் புரோமினேற்றம் செய்வதற்கு உயர்வெப்பநிலை தேவைப் படுகிறது. வினையூக்கிகள் உடனிருக்க அல்ஃபாட்டிக் அமிலங்கள், ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் ஆகியவற்றில்  $\alpha$ -இடத்தில் புரோமின் பதிலீட்டு வினை எளிதில் நிகழ்கிறது. இவ்வினைகளில் ஹைட்ரஜன் புரோமைடு துணைப்பொருளாக விளைகிறது.



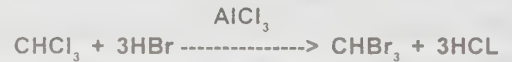
பாஸ்ஃபரஸ் டிரைபுரோமைடு, N-புரோமோசக் சினிமைடு, 1, 3-டைபுரோமோ-5, 5-டைமெத்தில் ஹைடண்டாயின், 1, 2-டைபுரோமோ டெட்ராகுளோரோ எத்தேன் போன்ற சேர்மங்கள் மிதமான புரோமினேற்றிகளாகப் (brominating agents) பயன்படுகின்றன. பெராக் சைடுகள் அல்லது UV கதிர்கள் முன்னிலையில் 1, 2 -டை புரோமோ டெட்ராகுளோரோ எத்தேன் ஒலிஃபீன்களுடன் வினைப்பட்டு அல்லிலிக் புரோமைடை உண்டாக்கும்.



ஆல்கஹால்களுடன் ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலம் அல்லது ஹைட்ரஜன் புரோமைடை வினைப்படுத்தி அல்கைல் ஹைலைடுகளைப் பெறலாம். ஹைட்ரஜன் புரோமைடைப் பயன்படுத்தி வேறொரு முறையில் அல்கைல் புரோமைடைப் பெறலாம். அல்கீனுடன் அல்லைல் குளோரைடு ஹைட்ரஜன் புரோமைடு சேர்க்கை வினையில் ஈடுபடும்போது மார்கோனிகோவ் விதிப்படி 1, 2-குளோரோபுரோமோ புரோப்பேன் விளைகிறது. ஆனால் இதே வினையைப் பெராக்சைடுகள் அல்லது புறணதாக் கதிர்கள் போன்ற இயங்குஉறுப்பு வினையூக்கிகள் முன்னிலையில் வினைப்படுத்தும்போது 1, 3 குளோரோ புரோமோ புரோப்பேன் சேர்மம் கிடைக்கிறது. இந்த மறுதலை (reverse) வினை HCl உடன் நிகழ்வதில்லை.



அலுமினியம் குளோரைடு அல்லது அலுமினியம் புரோமைடு முன்னிலையில் ஹைட்ரஜன் புரோமைடு குளோரின் சேர்மங்களிலிருந்து அதனை வெளியேற்றிப் புரோமிலைப் பதிலிட்டுப் புரோமைடு சேர்மங்களைப் பெறலாம்.



குளோரின், புரோமின் ஆகியவை அரோமாட்டிக் அணுக்கருவில் ஆர்த்தோ, பாரா இடங்களில் மட்டும் இணையும். எனவே, பென்சீன் அணுக்கருவில் இரண்டாவதாகப் பதிலிடப்படும் புரோமின் அணு பெருமளவு பாரா நிலையிலும், ஓரளவு ஆர்த்தோ இடத்திலும் பதிலிடப்படும். ஆனால் மெட்டா இடத்தில் பதிலீடு நிகழ்வதில்லை. காரங்களுடன் புரோமைடுகள் வினைப் புரிவதால் ஆல்கஹால்கள் அல்லது ஒலிஃபீன்கள், அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிவதால் அமீன்கள், ஃபீனால்களுடன் வினைபுரிவதால் ஈதர்கள் உண்டாகின்றன. கிரிக்னார்டு அல்லது ஃபிரிடல்-கிராஃப்ட்ஸ் வினையைப் பயன்படுத்திக் கார்பன் சங்கிலித் தொடர் நீளத்தை மிகையாக்கலாம். புரோமோ டிரைகுளோரோ



இத்தனிமத்தின் அனைத்து ஐசோடாப்புகளும் கதிரியக்கத் தன்மையுடையவை. நிறை எண் 147 கொண்ட ஐசோடாப்பின் அரைவாழ்வு நேரம் 2.64 ஆண்டுகள் புரோமீத்தியத்தின் பண்புகள், நியோடமியம் சமாரியம் ஆகிய தனிமங்களின் பண்புகளை ஒத்திருக்கும். சுவடு அறிவான்

ஆய்வு நிலையங்களில் புரோமித்தியம் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.  $\text{Pm}_2\text{O}_3$  என்னும் இத்தனிமத்தின் ஆக்சைடு இளம் ஊதா நிறமும் நைட்ரேட்டு இளஞ்சிவப்பு நிறமும் பெற்றிருக்கும்.

மரிய புஷ்பராஜ்

## புரோமேட்

$\text{BrO}_3^-$  எனும் எதிரயனியைக் கொண்ட சேர்மங்கள் புரோமேட்டுகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை  $\text{HBrO}_3$  எனும் புரோமிச் அமிலத்திலிருந்து பெறப்பட்டவை. நிலைப்புத்தன்மை திண்மப் புரோமேட்டுகளைப் பின்வரும் வினையில் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு சூடான சோடியம் கார்போனேட் கரைசலில் புரோமினைச் சேர்ப்பதன் மூலம் பெறலாம்.



புரோமேட்டுகளில் புரோமினின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை (oxidation state) 5+ ஆக இருப்பதால் இவை வலிமிகு ஆக்சிஜனேற்றக் காரணிகளாக உள்ளன. இச்சேர்மங்கள் பகுப்பாய்வு வேதியியலில் பயன்படுகின்றன.

த. தெய்வீகன்

## புரோமைடு

ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலத்திலிருந்து பெறப்படும் சேர்மங்கள் புரோமைடுகள் எனப்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்களில் புரோமின் அணுவின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை (oxidation state)  $1^-$  ஆகும். புரோமின் அணுக்களின் வேதியியலும் அவற்றின் சகப்பிணைப்பு மற்றும் அயனிப் பிணைப்புடைய புரோமைடுகள் உண்டாகும் திறனும் குளோரின் பண்புகளைப் போன்றதே. புரோமைடுகளின் பண்புகள் குளோரைடுகள் மற்றும் அயோடைடுகளின் பண்புகளுக்கிடையிலானவாகும். புரோமைடு அயனி திறம்மிகு ஒடுக்கக் காரணி (reducing agent) ஆகும். இது குளோரைடு சேர்மங்கள் போல் அல்லாமல் குறைந்த நிலைப்புத்தன்மையுடைய அணைவுச் சேர்மங்களையே உண்டாக்குகிறது.

புரோமைடுகளின் கரைதிறன் குளோரைடுகளை ஒத்தே காணப்படுகின்றன. காரிய புரோமைடு ( $\text{PbBr}_2$ ),

தாமிர (I) புரோமைடு ( $\text{CuBr}$ ), வெள்ளி புரோமைடு ( $\text{AgBr}$ ), பாதரச (I) புரோமைடு ( $\text{Hg}_2\text{Br}_2$ ) போன்றவை நீரில் கரையா சேர்மங்கள் ஆகும். புரோமைடுகள் பொதுவாக புரோமினிலிருந்து வருவிக்கப்படுகின்றன.

புரோமைடுகள் மருத்துவத்தில் நரம்பு சார்ந்த சீர்கேடுகளில் அமைதியூட்டிகளாக (sedatives) செயல்படுகின்றன. வெள்ளி புரோமைடு ஒளிப்படவியல் படலங்களிலும் (films) தாள்களிலும் பயன்படுகிறது.

குளோரினைப் பயன்படுத்தி நீரியக் கரைசலில் இருக்கும் புரோமைடு அயனியைப் புரோமின் தனிமமாக ஒடுக்கி பண்பறி பகுப்பாய்வு செய்யலாம். கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு கரைசலில் இச்சேர்மத்தின் கரைசலைச் செலுத்தினால் அக்கரைசல் காவிய நிறமாக மாறுகிறது. காண்க: புரோமின்

த. தெய்வீகன்

## புரோலாக்டின்

முன்பிட்யூட்டரி சுரக்கும் ஹார்மோன்களில் புரோலாக்டினும் (prolactin) ஒன்றாகும். இதன் சிறப்பு இது மகப்பேறு காலத்தில் பால் சுரப்பைக் கட்டுப்பாடு செய்யும் ஹார்மோனாகும். இதன் செய்கையைக் கட்டுப்படுத்தும் கூடு டோட்பமின் என்ற வேதிப்பொருள் ஆகும். டோட்பமின் ஹைப்போதுலாமசால் கல்லீரல் நுழைவாயிலுள் சுரக்கப்படுகிறது.

பிட்யூட்டரியை அகற்றினால், புரோலாக்டின் சுரப்பு மிகுதியாகிறது. ஆனால் பிற ஹார்மோன்களின் சுரப்பு தடுக்கப்படுகிறது. தைரோடினோபினை வெளிப்படுத்தும் ஹார்மோனை உட்செலுத்தினால் புரோலாக்டினும் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. தைராய்டை ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோனும் தூண்டப்படுகிறது.

புரோலாக்டின் ஒரு பெப்டைடு ஆகும். இதன் மூலக்கூறு நிறை 23000. புரோலாக்டினின் முதன்மைப் பணி மகப்பேறு முடிந்தவுடன், பால் சுரப்பை ஊக்குவிப்பதேயாகும். பேறுகாலத்தில், ஈஸ்ட்ரோஜன் உற்பத்தி மிகுதியாக இருப்பதால் புரோலாக்டினின் அளவு அதிகரிக்கிறது. புரோலாக்டினை உற்பத்தியாக்கும் (லாக்டோடிரோல்) செல்களின் பெருக்கத்திற்கும், மிகை வளர்ச்சிக்கும் ஈஸ்ட்ரோஜன் காரணமாகிறது. இதனால் புரோலாக்டின் மிகையாக உற்பத்தியாகிச் சுரக்கிறது. கருக்காலத்தின்போது தாய் - சேய் இணைப்பி ஹார்மோனான தாய் - சேய் இணைப்பு



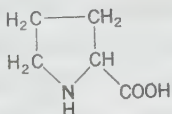
லாக்டோஜன் குருதி ஓட்டத்தில் காணப்படுகிறது. இது புரோலாக்டின், புரஜெஸ்ட்ரோன், ஈஸ்ட்ரோஜன் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து மகப்பேற்றிற்குப் பின் பால் சுரக்க, மார்பகங்களைத் தயார் செய்கிறது. புரோலாக்டின் இராவிடில் பால் சுரப்பதில்லை.

பொதுவான புரோலாக்டின் அளவு 1 - 25 மைக்ரோ கிராம்/மி.லி. இந்த அளவு இரவிலும் மன உளைச்சலின் போதும் அதிகரிக்கிறது. ஃபீனோதயசோன் மனத்தளர்ச்சி எதிர் மருந்துகள் ஁-மெத்தில் டோப்பா, ரிசெர்பின் ஆகியவை புரோலாக்டினின் அளவை அதிகரிக்கின்றன. லிவோடோப்பா அப்போமார்பின் எர்காட் அல்கலாய்டு (புரோமோகிரிப்பின்) ஆகியவை புரோலாக்டின் சுரப்பை மட்டுப்படுத்துகின்றன.

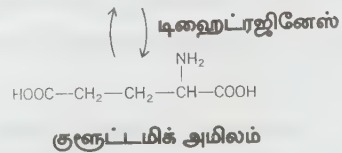
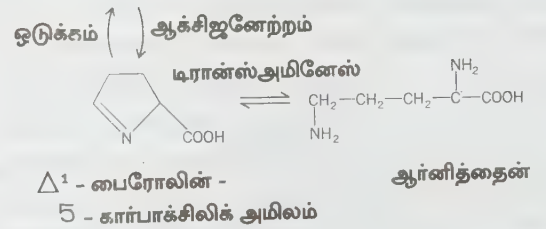
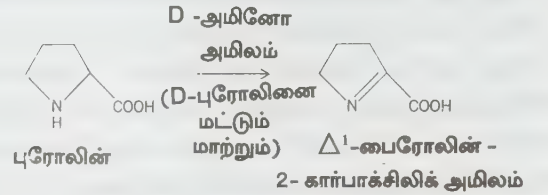
சாரதா கதிரேசன் துணைநூல். Howard W.Jones and Georgeanna Seegar Jones, Novak, 'Textbook of Gynaecology, Tenth Edition, Williams & Wilkins, London, 1981.

## புரோலின்

இது அனைத்துப் புரதங்களிலும் வெவ்வேறு அளவில் காணப்படும் ஓர் அமினோ அமிலம். புரதக் கலவைகளில் 4% உள்ளது. விலங்குகளில் பெருமளவில் புரோலின் காணப்படும் இழை வடிவப் புரோலின் கொல்லாஜன் எனப்படுகிறது. 1900ஆம் ஆண்டில் ஆர். வில்ஸ்டாட்டர் என்பாரால் செயற்கை முறையில் இவ்வமினோ அமிலம் தயாரிக்கப்பட்டது. 1901இல் ஈ. பீஷர் இதனைப் புரதத்தி் லிருந்து பிரித்தெடுத்தார். இதில் ஈரிணைய அமின் தொகுதியைக் கொண்ட பைரோலிடின் வளையம் உண்டு. இது புரோலினுக்கு, பிற அமினோ அமிலங்களுக்கு இராத தனித்த வேதி, உயிரியல் பண்புகளைக் கொடுக்கிறது. இது நின்ஹைடிரினுடன் கலந்து மஞ்சள் நிறமளிக்கும். நைட்ரஸ் அமிலம் இதன் அமிலத்தன்மையை நீக்காது. பிற அமினோ அமிலங்களில் இருப்பது போலன்றி, இதன் பெப்டைடு இணைப்பில் ஈரிணைய நைட்ரஜன் அணுவில் ஹைட்ரஜன் அணு இல்லை. பைரோலிடின் வளையம் நைட்ரஜன் - ஁ -கார்பன் அணுக்களுக்கு இடையேயான சுழற்சியைத் தடுக்கிறது. எனவே புரோலின் புரதங்களிலுள்ள பெப்டைடு சங்கிலி அமைப்பை மாற்றுகிறது.



மனித மற்றும் பாலூட்டிகளின் உணவில் புரோலின் அமையத் தேவையில்லை. காப்போஹைடிரேட் செறித்தலால் உண்டாகும் குளுட்டாமிக் அமிலத்திலிருந்து இதனை எளிதில் பெறலாம். தனித்த நிலையில் L-புரோலின் மனிதக் குருதியிலும் திசுக்களிலும் பல மில்லிகிராம் விழுக்காட்டில் காணப்படுகிறது. சில பூச்சிகளின் நிணநீர்ச் சுரப்பிகளில் இது மிகையளவில் (600 மி.கி.%) காணப்படுகிறது. புரோலின் தோற்றத்திலும் சிதைவிலும் குளுட்டமிக் அமிலம், ஆர்னிதைன் போன்று அமினோ அமிலங்களை ஒத்துள்ளது. புரோலின் குளுட்டமிக் அமிலத்திலிருந்து  $\Delta^1$ -பைரோலின் -5-கார்பாக்சிலிக் அமிலம் என்னும் இடைநிலைப் பொருள் வழியே நொதி வினையால் தயாரிக்கப்படுகிறது. உயிரினங்களில் காணப்படும் பிறிதொரு வகை நொதிகளால், புரோலின் இதே இடைநிலைப்பொருள் வழியாகக் குளுட்டமிக் அமிலமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. செல்களில் காணப்படும் ஆர்னிதைன் டிரான்ஸ் அமினேஸ் என்னும் நொதியால் ஆர்னிதைனும், பைரோலின்-5-கார்பாக்சிலிக் அமிலமும் ஒன்றைப் பிறிதொன்றாக மாற்ற இயலும். இறுதியாகக் கூறப்பட்ட பொருள் புரோலினிலிருந்து எளிதில் கிடைப்பதால், இதே நொதி ஆர்னிதைனையும் புரோலினையும்



புரோலின் ஆக்கச் சிதைவு

ஒன்றை மற்றொன்றாக மாற்ற வழி செய்கிறது. இந்த ஆக்கச் சிதைவுகள் மேற்காணுமாறு நிகழ்கிறது.

D - புரோலின், D - அமினோ அமில ஆக்சிடேஸ் என்னும் நொதியால்  $\Delta^1$ -புரோலின் -2- கார்பாக்சிலிக் அமிலமாக ஆக்சிஜனேற்றம் பெறுகிறது. புரோலினைக் குளுட்டமிக் அமிலமாகச் சிதைக்கும் நொதி இராவிடில் புரோலினிமிடா என்னும் அரிய பரம்பரை நோய் தோன்றும். இந்நோய் உள்ளோரின் குருதியிலும் சிறுநீரிலும் புரோலின் மிகுந்து காணப்படும். இவர்கள் மனவளர்ச்சிக் குன்றுவதாலும், கழிவு நீர் வெளியேறாமையாலும் துன்புறுவர்.

இரா. விசுவநாதன்

## புல்

இது போயேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. புல் 25 - 75 செ.மீ. மழை அளவும் 5 - 25°C வெப்பநிலையும் உள்ள இடங்களில் மிகுந்துக் காணப்படும். புல் பெரும்பாலும் ஓராண்டு அல்லது ஒரு பருவத் தாவரமாகும். இது 2 - 3மீ. உயரம் வளரும். குளிர் மண்டலங்களில் புல்வெளி சிறப்பாகக் காணப்படும். அமெரிக்காவில் உள்ள பிரெய்ரீஸ் புல்வெளி, ஐரோப்பிய ஆசியாவில் உள்ள ஸ்டெப்பீஸ் புல்வெளி, தென் அமெரிக்காவில் உள்ள பாம்பாஸ் புல்வெளி, நியூசிலாந்தில் உள்ள டஸ்ஸாக் புல்வெளி ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. வெப்ப மண்டலங்களில் மரங்களுக்கு இடையேயும், காடுகளில் திறந்தவெளிகளிலும் புல்வெளிகள் காணப்படும். சவாண்ணாப் புல்வெளி எனப்படும் இது அமைந்துள்ள இடங்களில் குறைந்த மழை அளவு இருந்தால் முன் மரங்கள் இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாகக் காணப்படும். மழை அளவு கூடுதலாக இருந்தால் அடர்த்தியான மரங்கள் காணப்படும். இத்தகைய இடத்தில் வெப்பம் வறட்சி, இளவெப்பம், மழைக்காலம், வறட்சி மிகுந்த குளிக்காலம் என்னும் பருவ மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய வெப்ப மண்டலச் சவாண்ணாப் புல்வெளிகள் இந்தியா, ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் உள்ளன. சவாண்ணாப் புல்வெளிப் பகுதிகள் காடுகளைவிட எளிதில் மாற்றம் அடையக்கூடியவை. வெப்பநிலை, ஈரம், காற்று, ஒளிச்செறிவு மாறுபாடுகளால் சவாண்ணாப் புல்வெளிகளும் மாறுபாடு அடையும்.

இந்தியத் தாவரச் கூட்டத்தை ஆராயும்போது இங்குள்ள புல்வெளிகளை மூன்று முக்கிய பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். வடக்கு மலைத்தொடர் இளவெப்ப மண்டலச் சவாண்ணாப் புல்வெளிகளில்

அருண்டினெல்லா, தெமிடா போன்ற புல் வகைகள் காணப்படும். இங்குள்ள குளிர் மண்டலப் புல்வெளியில் கிளைசீரியா, ஃபெங்குகா போன்ற புற்களும் உள்ளன. மலைமுகட்டுப் புல்வெளியில் கிளைசீரியா, ஃபெங்குகா போன்ற புற்கள் வளர்ந்திருக்கும். மணற்பாங்கான நிலம், வண்டல் பாலையனம், படிக்கங்கள் நிறைந்த பீடபூமி ஆகிய இடங்களில் உள்ள புல்வெளிகள், மணல் நிறைந்த இடங்களில் டைகாந்தியம் சென்க்ரஸ் புற்களும் சவாண்ணாப் புல்வெளிகளில் ஃபிராக்கமடிஸ், சக்காரம் புற்களும் காணப்படும். தக்காண பீடபூமி புல்வெளிகளில் கரிசல் மண்ணில் செஹிமா டைக்காந்தியம் புற்களும், உறுதி பெறாக் கரிசல் மண்ணில் பாத்ரியோக்லோவாப் புல்வெளியும், வடக்கே ஆரவல்லி மலை முதல் தெற்கே நீலகிரி மலை வரையிலான மித வெப்ப மண்டலச் சவாண்ணாப் புல்வெளியில் சிம்போபோகன் மாட்டிடினி, தெமிடா போன்ற புற்களும் காணப்படும்.

புல்வெளிச் சூழ் தொகுப்பில் முக்கியமான தயாரிப்போர் புற்கள் ஆகும். இவற்றை முதல், இரண்டு, மூன்று, நான்காம் நிலை நுகர்வோர் விலங்கினங்கள் உண்ணுகின்றன. புற்கள் கதிரவனில் இருந்து பெற்ற ஆற்றலைத் தன்னிலைப்படுத்தி, உணவு தயாரித்து, அந்த உணவினை உட்கொண்ட நுகர்வோர் ஆற்றலைப் படிப்படியாகப் பெறும்போது உணவு வலையும், உணவுக் கோவையும் தொடர்ந்து ஆற்றல் தயாரிப்போரிடமிருந்து நுகர்வோருக்குச் செல்லும். இந்த ஆற்றல் ஒழுங்கே உயிரினங்களை இயங்கச் செய்கிறது. இறுதியாகத் தயாரிப்போரும், நுகர்வோரும் மடிய, மண்ணில் உள்ள சிதைப்போர் சிதைத்து, அவற்றில் உள்ள கனிமப் பொருள்களை எளியவையாக்கி மண்ணோடு கலக்கச் செய்வர். இந்தக் கனிமப் பொருள்களைப் புற்கள் எடுத்துக்கொண்டு உணவு தயாரிப்பதால் ஆற்றல் சுழற்சி மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறுகிறது.

புற்கள் யாவும் பெந்தாம் - ஹீக்கர் ஆகியோர் தொகுத்த வகைபாட்டியல் தொகுப்பின்படி ஒருவித்திலைத் தாவர வகுப்பினுள், குளுமேசீ என்னும் வரிசையின் கீழ், கிராமினே என்னும் குடும்பத்தினுள் அமைகின்றன. உலகம் முழுவதும் புற்கள் காணப்படுவதால் இக்குடும்பம் பூக்கும் தாவரங்களுள் நான்காம் பெரிய குடும்பமாக உள்ளது. இதில் ஏறத்தாழ 620 பேரினங்களும் 10,000 இனங்களும் உள்ளன. புற்வெளிகள் உலகம் முழுவதும் குளிர் மண்டலங்களிலும் வெப்ப, மித வெப்ப மண்டல நாடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. புற்களுள் சில நீரிலும், நீர்



நிலத்திலும் உவர் நீரிலும் வளர்கின்றன. இந்தியாவில் ஏறக்குறைய 750 வகைப் புற்கள் காணப்படுகின்றன. இமயமலையில் 3000 மீ. உயரம் வரையிலும் ராஜபுதனத்தில் தார்ப்பாலைவனத்திலும் புற்கள் வளர்ந்துள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை ஒருபருவத் தாவரங்கள். எ-டு: சிம்போபோகன், சென்க்ரஸ் என்பன. புரோமஸ், அக்ரோபைரான் போன்ற புற்கள் பல பருவத் தாவரங்கள், மூங்கில், கல் மூங்கில் போன்றவை மரங்களாக உயர்ந்து வளர்ந்துள்ளன. பல்லாண்டு வாழ் சிறு செடிகளில் தரைக்கீழ் மட்ட நிலத்தண்டு உள்ளது. எ.டு: அருகம்புல், அக்ரோபைரான். இவற்றிலிருந்து கொத்தான உடலத் தண்டுத் தொகுப்புகள் தரைக்கு அருகே வெளிக் கிளம்புகின்றன. இவை தூர்கள் எனப்படும். தரைமேல் தண்டுகள் உருளை வடிவானவை; கணுக்களும் கணுவிடைப் பகுதிகளும் கொண்டவை; தரைக்கு அருகில் உள்ள கணுக்களிலிருந்து வேற்றிட வேர்கள் தோன்றும். தரைக்கீழ் தண்டுகள் ஒடுதண்டுகளாகவோ குட்டை ஒடுதண்டுகளாகவோ உள்ளன. மாற்று இலையடுக்கம் காணப்படுகிறது. இலையில் இலையுறை உண்டு. இலையுறைத் தண்டைத் தழுவி இருக்கும் இலத்தாளின் தொடக்கத்தில் சிலிர் காணப்படும். இலைத்தாள் ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். இலை விளிம்பு ஒழுங்காகவும், கூர்நுனி பெற்றும் காணப்படும். மைய நரம்பு தெளிவாகவும், இணைப்போக்கு நரம்பு அமைப்புடனும், தூவிகளுடனும் விளங்கும். இலையின் பரப்பில் சிலிக்காப் படிவு காணப்படும். கதிர் சிறு மஞ்சரி பல விதங்களில் கூட்டமாக அமைந்திருக்கும். கதிர் சிறு மஞ்சரியில் ஒரு மஞ்சரிக்காம்பு உள்ளது. இதன் இரு புறங்களிலும் வளமில்லா பூவடிச் செதில்கள் இருக்கும். இவற்றின் கோணங்களிலிருந்து பூக்காம்புகள் தோன்றும். பூவில் அகன்ற, வண்ணம் உடைய, நறுமண இதழ்கள் அமைவதில்லை. இதழ்கள் மூன்றில் ஒன்று தோன்றாமல் இரண்டு இதழ்களுக்குப் பதிலாக இரண்டு (Loducules) உள்ளன. மூன்று அல்லது ஆறு மகரந்தத் தார்களும் சூலகமும் காணப்படும். மஞ்சரியின் நுனியிலும் சில வளமில்லாப் பூவடிச் செதில்கள் உள்ளன. பூக்கள் வளமுடைய (Lemma) கோணத்திலிருந்து தோன்றுகின்றன. சிலவற்றில் வளரி காணப்படும். இதன் எதிர்ப்புறத்தில் பூக்காம்புச் செதி (Palea) காணப்படும். நெல், கோதுமை, ஓட்ஸ் போன்றவற்றில் இருபால் பூக்களும், மக்காச்சோளம், யூகிளினா போன்றவற்றில் ஒருபால் பூக்களும் காணப்படும். இச்சூலகக் கீழ்ப்பூக்கள் இருபக்கச் சமச்சீராகக் காம்பற்று விளங்கும்.

இதழ்கள் பொதுவாக 2 காணப்படும். அருண்டி நேரியாவில் மூன்றும், மூங்கிலின் பலவாகவும் தோன்றும். மகரந்தத்தாள் வட்டம் ஆக்லாண்டிராவில் 6 - 12, அருண்டினெல்லாவில் 3, நெல்லில் 6 விளங்கும். மெல்லிய நீண்ட மகரந்தக் கம்பிகள், சுழல் மகரந்தப் பைகள் ஒரு சூலக இலையினால் ஆகிய மேல்மட்டச் சூல்ப்பை, ஒரு சூலக அறை, நேர் அல்லது தலைகீழான ஒற்றைச் சூல் ஆகியவை காணப்படும். சூலகத் தண்டு சிலவற்றில் இல்லை. எ-டு: ஓட்ஸ் பெரும்பாலான புற்களில் சூலகத்தண்டுகள் நீள்வாக்கில் இரண்டாகப் பிளந்துள்ளன. சூலக முடி தூரிகை போன்றது. கனி வெடியாக் கனி; கனித்தோலும், விதைத்தோலும் ஓட்டி உள்ள தானியவகை, ஸ்டார்ச் மிகுந்த முளைச்சூழ்தகை உடையது. வித்திலையைக் கொண்டது; மகரந்தச்சேர்க்கை காற்றால் நடைபெறும்.

பயன். நெல், கோதுமை, ராகி, சோளம், கம்பு, தினை, வரகு, பார்லி, ஓட்ஸ், யானைப்புல், கொழுக்கட்டைப்புல், அருகம்புல் போன்றவற்றின் தண்டு ஆகியன கால்நடைத் தீவனம் ஆகின்றன.

கருருக்கு அருகில் உள்ள புகளூரில் நெல் தாளிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையும், ஈரோட்டிற்கு அருகில் உள்ள பள்ளிப்பாளையத்தில் கரும்புச் சக்கையிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையும் உள்ளன. இவற்றைத் தவிர அருண்டோ டொனாக்ஸ் எரியாந்தஸ் அருண்டினேஷியஸ், ஹிரோபோகன் கான்டார்டஸ், இம்ப்ரோடா ஸிலின்டிகா முதலிய புற்கள், எழுதும் காகிதம் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. கூடை, பாய் தயாரிக்க அருண்டினேரியா ரெஸிமோஸா, டுல்டா, கல், மூங்கில், எரியாந்தஸ் முஞ்ஜா, ஃபிராக்மைடிஸ் கூர்கா போன்றவை பயன்படுகின்றன.

வீடு கட்டவும், கூரை வேய்வதற்கும் பல புல் வகைகள் பயன்படுகின்றன. எ-டு: அருண்டினேசியா, ஃபால்கோடா, அருண்டினேசியா ரெசிமோசா, மூங்கில், அரிஸ்டிடா டிப்ரஸ்ஸா போன்ற புற்களிலிருந்து துடைப்பம் செய்யப்படுகிறது. நறுமண எண்ணெய், சிம்போபோகன் சிட்ராடஸ் என்னும் எலுமிச்சம் புல்லிலிருந்தும், சிம்போபோகன் மார்டினி என்னும் இஞ்சிப்புல்லில் இருந்தும் சிம்போபோகன் நார்டஸ் என்னும் புல்லில் இருந்தும் பெறப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் மணம் ஊட்டவும், மருந்து சோப்பு, நறுமணத் தைலம் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. வெட்டிவேரியா சைக்னாய்டிலிருந்து வெட்டிவேர் தயாரித்துத் தட்டி செய்வர். இதன் வேர்கள்

நனுமணமும், குளிர்ச்சியும் தரக்கூடியவை; மண் அரிப்பைத் தடுத்து மண் வளத்தைப் பாதுகாக்கப் பல புல்வகைகள் பயன்படும். எரியாந்தஸ் முஞ்ஜா, ஹிடரோபோகன் கன்டார்டஸ், இம்பெரேடா சிலிண்டிரிகா.

அனைத்து தானியங்களிலிருந்தும் மதுபானம் தயாரிக்கப்படுகிறது. அரிசியிலிருந்து எண்ணெய்

எடுக்கப்படுகிறது. எரியாந்தஸ் ராலென் என்னும் புல்லின் நார் நாற்காலி, மோடா, கயிறு திரிக்கப் பயன்படுகின்றது. அருகம்புல், முதலில் தோன்றிய புல் எனச் சித்த மருத்துவம் கூறுகிறது. அருகம்புல் அகரம்புல் என்றும் குறிப்பிடப்படும். அருகம்புல் உடலின் வெப்பத்தைத் தனித்து வறட்சியை நீக்கிவிடும். சிவப்புக் குருதி அணுக்களைக் கட்டுப்படுத்திக்



காட்டுச்சோளம்



காயங்களிலிருந்து கசியும் குருதியை நிறுத்தும். சிறுநீர் உப்புகளில் செயல்பட்டு கழிவுநீரை வெளியேற்ற உதவும். மேலும் தளர்ச்சி அடைந்த உடலை உறுதிப்படுத்தும். நுரையீரலில் தேங்கி உள்ள கபம் என்னும் கோழையை வெளியேற்றும். பொலிவான முகத்தோற்றத்தை உண்டாக்கும். மருந்துகளால் உண்டான நச்சுத்தன்மை, ஆறாத காயம், வெட்டைச்சூடு, ராஜபிளவைக் கட்டி இவை குணமாகும். பெருச்சாளி நச்சும், பாம்பு நச்சும் அருகம்புல்லால் நீங்கும். அருகம்புல் கலந்த ரொட்டியை ஜெர்மானியர்கள் விரும்பி உண்ணுகின்றனர். அக்ரபைரான் ரிபென்ஸ் என்னும் புல்லின் மட்ட நிலத்தண்டு சிறுநீர்க் கோளாறுகளுக்கு மருந்தாகிறது. சிம்போபோகன் நார்டஸ் புல் செரியாமை, வயிற்று உப்புசத்திற்குச் சிறந்தது. திணைத் தானியம், திசு இயக்கியாகவும், செரிமானத்திற்கும் வாதத்திற்குப் பூச்சி மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

## புல்தண்டு நோய்

கரும்புப் பயிரில் தோன்றும் இந்நோய் இந்தியாவில் கரும்பு பயிரிடப்படும் பெரும்பாலான இடங்களில் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் முதன் முதலில் 1942ஆம் ஆண்டில் மகாராஷ்டிரா மாநிலத்தில் இந்நோய் தோன்றியது. தற்போது ஆந்திரப் பிரதேசம், தமிழ்நாடு, ஒரிஸ்ஸா, பீகார், உத்திரப் பிரதேசம், பஞ்சாப், ராஜஸ்தான் ஆகிய மாநிலங்களில் இந்நோய் காணப்படுகிறது. இந்நோய் பயிரின் இளம் பருவத்தில் தூர் பிடிக்கும்போது தோன்றினால் விளைச்சல் குறைந்துவிடும். இந்நோயால் கட்டைப்பயிர் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. இந்நோய் மைக்கோபிளாஸ்மா போன்ற நுண்ணுயிரியால் உண்டாகிறது.

**அறிகுறி.** நோயுற்ற கரும்பிலிருந்து மிகுதியான தூர்கள் உண்டாகும். இத்தூர்கள் சிறியவையாகவும், அவற்றிலுள்ள தோகைகள் வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்துடன் சிறுத்தும் காணப்படும். நோயுற்ற கரும்பின் தண்டில் கணுவிடைப் பகுதி குட்டையாக இருக்கும். ஒவ்வொரு கணுவிலும் உள்ள மொட்டு ஊக்குவிக்கப்படுவதால் மிகுதியான எண்ணிக்கையில் பக்கக் கிளைகள் தோன்றும். இளம் பயிரில் நோய் ஏற்பட்டால், வெளிறிய சிறிய இலைகளுடன் புதர் போன்று அடர்த்தியாகக் காணப்படும். வளர்ந்த பயிரில் நோய் தோன்றும்போது கரும்பின் மேல் பகுதியில் இளம் பச்சை நிறத்துடன் கூடிய தோகைகளையும்,

சிறிய வெளிறிய தோகைகளைக் கொண்ட சிம்புகளையும் காணலாம். நோயுற்ற கரும்பிலுள்ள மொட்டுகள் மெல்லியவையாக இருப்பதுடன் மொட்டுகள் நீண்டும் வெடித்தும் இருக்கும். இவ்வாறு மொட்டுகள் முளைப்புத் திறனை இழக்கின்றன. கரும்பு வளர்ச்சியடையாது, சிறுத்து, இலைகள் அடர்த்தியாகப் புல் போன்று தோற்றமளிப்பதால் இந்நோய் புல்தண்டு நோய் (grassy shoot disease) எனக் கூறப்படுகின்றது.

**பரவல்.** நோயுற்ற கரணைகளை நடுவதால் இந்நோய் பரவுகிறது. ஏபிஸ் மெய்டிஸ், ஏபிஸ் சக்காரை, ஏபிஸ் இடியோசக்காரை ஆகிய அசுவுணிகளால் (aphids) நோய் பரப்பப்படுகிறது. இந்நோய் சோளம், நேப்பியர்புல் ஆகியவற்றையும் தாக்குகிறது. கட்டைப் பயிரிடுவதால் இந்நோய் மிகுதியாகத் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பேற்படுகிறது. இந்நோய் சாறுவழியாகவும் பரவும் இயல்புடையது.

**கட்டுப்பாடு.** நோய்த் தாக்காத கரும்பிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்த விதைக் கரணைகளை நடுவது சிறந்த முறையாகும். நோயுற்ற கரும்பு, புதர் போன்றும் உயரம் குறைவாகவும் உள்ளமையால் இதை எளிதில் அறிந்து களைந்து அழித்துவிடலாம். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த விதைக் கரணைகளை 52°C வெப்பநிலையில் 1 மணி நேரம் அமிழ்த்தி வைத்திருப்பது நல்லது. அல்லது 54°C வெப்பக்காற்றில் 4 மணி நேரமோ 55°C வெப்பக்காற்றில் 2 மணி நேரமோ விதைக் கரணைகளை வைத்திருந்து நடவேண்டும். நீராவிக்காற்றுக்கலப்பு முறையில் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த 50°C வெப்பநிலையில் 1 மணி நேரம் விதைக்கரணைகளை செம்மைப்படுத்த வேண்டும். இந்நோயைப் பரப்பும் அசுவுணிகளை டைமீதோயேட் 0.03% அல்லது மெத்தில் டெமெட்டான் 0.025% மருந்தைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். K. M. Smith, A Text Book of Plant Virus Diseases, J & A Churchill Ltd, London, 1957.

## ஃபுல்மினேட்

ஃபுல்மினிக் அமிலத்தின் (-CNOH) உப்புகளாக ஃபுல்மினேட் (-CNO<sup>-</sup>) என்பவை விளங்குகின்றன. 17ஆம் நூற்றாண்டிலேயே இவ்வுப்புகள் அறியப்பட்டுள்ளன. முதன்மை உப்பாகிய பாதரச (II) ஃபுல்மினேட் (Hg(CNO)<sub>2</sub>) இளம் பழுப்பு நிறப் பொடியாகும். இது நீரில் கரையாத மிகத்

தீவிர வெடி பொருள். மிதமான அதிர்விலும் வெடிக்குத் தன்மையுடையது. வெடிக்கும்போது ஏறத்தாழ 1800 கி.ஜூ/கி. வெப்பத்தை வெளியிடுகிறது. வெடி மருந்துத் தயாரிப்பில் இது பெரிதும் பயன்படுகிறது.

**Hg (CNO)<sub>2</sub> தயாரிப்பு முறைகள்.** பாதரசத்தை அடர் நைட்ரிக் அமிலம் மற்றும் எத்தனால் கலவையுடன் சேர்க்கும்போது வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. பொட்டாசியம் சயனேட் கரைசலைப் பாதரச (II) நைட்ரேட் கரைசலுடன் சேர்க்கும்போது வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது.

வி. வீரைய்யன்

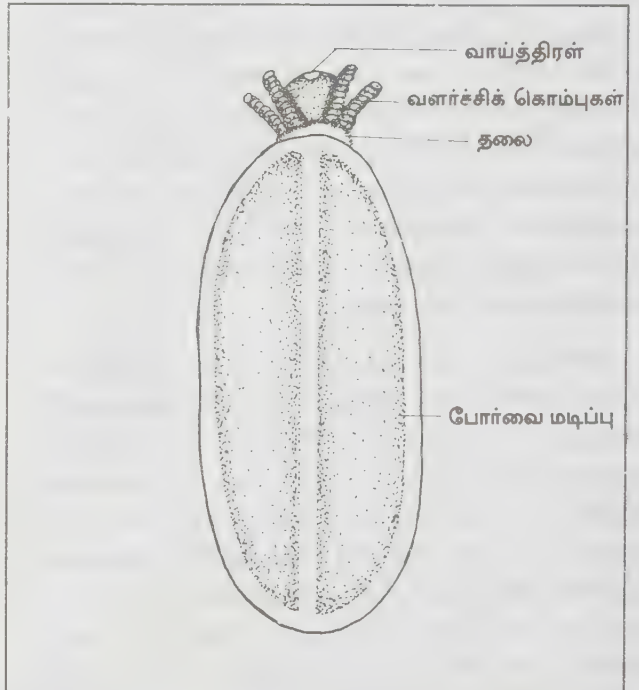
## புல்லட்டை

இது மெல்லுடலித் தொகுதியில், வயிற்றுக்காலி வகுப்பில் நுனிக் கண் காம்புகளின் வரிசையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள உயிரினமாகும். புல்லட்டை (vaginulus) தோட்டங்களிலும், வயல்களிலும், சோலகங்களிலும் நத்தை போன்று மெல்ல ஊர்ந்து செல்லும். நிலத்தில் வாழும் இது இரவில் மட்டும் வெளியே திரியும் வழக்கமுடையது. ஒரு அமையப் பெற்றிருப்பது மெல்லுடலியின் சிறப்பாகும். ஆனால் பெரும்பாலான புல்லட்டைகளுக்கு ஒரு இருப்பதில்லை. சிறவற்றிற்குச் சிறிய ஒரு ஒன்று உடலின் உள்ளே மறைந்திருக்கும். சிலவற்றிற்கு ஒட்டுத் துணுக்கு மட்டும் இருக்கும். மேல்புறத்தில் இதன் நிறம் கருமையாகவும், அடிப்புறத்தில் வெண்மையாகவும் இருக்கும். மேல்புறத்தில் நடுவில் நீளமான மங்கலான மஞ்சள் நிறக்கோடு ஒன்று உண்டு. இதன் மேற்புறத்தில் கோழை சுரந்திருக்கும். புல்லட்டைக்குத் தலையின் முன்புறத்தில் இரண்டு இணை உணர் கொம்புகள் உண்டு. முதல் இணைமேற்புறத்திலும் இரண்டாம் இணை கீழ்ப்புறத்திலும் இருக்கும். மேற்புற உணர் கொம்பு நீளமாகவும், உருளை போன்றும், மழுங்கலாகவும் உள்ளது. கீழ்ப்புற உணர்கொம்பு குட்டையாகவும், ஓரளவு பக்கத்திலும் அமைந்துள்ளது. இரண்டாம் இணை உணர் கொம்பின் நுனியில் கண்கள் இருக்கின்றன. உணர்கொம்பு சுருங்கும் தன்மை உடையது. உடலின் மேல் பகுதியைப் போர்வை எனும் மடிப்பு மூடியுள்ளது. நுரையீரல் குழி சிறிதாக்கப்பட்டு உடலின் முன்புறத்தில் காணப்படுகிறது. இது உடலின் பின்புறத்தில் ஒரு குழாய் மூலம் வெளியே திறக்கிறது. உடலின் கீழ்ப்புறம் கால் உள்ளது. இவ்வுறுப்பில் ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மை உடைய கோழை இருக்கும். காலில் உள்ள தசைகள் பின் முனையிலிருந்து முன்முனை நோக்கிச்

சுருங்குவதால் அலை போன்ற இயக்கம் உண்டாகும். இவ்விதத் தசைச் சுருக்க அலைகளால் உடல் முன்னுக்குத் தள்ளப்படுகிறது.

புல்லட்டையைப் போர்த்தியுள்ள கோழை உடலின் உள்ளேயுள்ள சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படுகிறது. இது உடலை உலர்ந்து போகாமல் பாதுகாக்கிறது. புல்லட்டை ஆண்டு முழுவதும் சுறுசுறுப்பாக வாழக்கூடியது. எனினும் உறை குளிர் காலங்களிலும், வறட்சிமிக்க வெயில் காலங்களிலும் இது வெளிவருவதில்லை. உலர்ந்த வெயில் காலம் இதற்குத் தீங்கு செய்யக்கூடியது. அப்போது கோழை உலர்ந்து சுருங்கிச் சவ்வாகிவிடும். அதனால் பெரும்பாலானவை இறக்க நேரிடும். எனவே பெரும்பாலும் இது ஈரமான இடங்களிலேயே வாழ்கின்றன. பெரும்பாலான புல்லட்டைகள் அனைத்து ண்ணியாக விளங்குகின்றன. மண்ணில் உள்ள மக்கிய தாவர, விலங்குப் பொருள்களும் சிறிய உயிரிகளும் புல்லட்டையின் உணவாகும். சிலவகைப் புல்லட்டைகள் இறைச்சியினையும் உண்ணக்கூடியவை. இதன் முதன்மை, உணவு தண்டு, கிழங்கு, இலை, காய், கனி முதலியவை ஆகும்.

புல்லட்டை ஓர் இரு பாலுடலியாகும். கீழ் உணர் கொம்புக்கு அடியில் ஆண் இனப்புழை திறக்கிறது. உடலின் நடுவில் வலப்புறமாகப் பெண் இனப்புழை காணப்படுகிறது.



புல்லட்டை (Vaginulus)



இவ்விரு புழைகளுக்கிடையே ஒரு நீண்ட வரிப்பள்ளம் உள்ளது. புல்லட்டைகளின் புணர்ச்சியின்போது ஒன்றின் உடலிலிருந்து ஆண் அணுக்கள், மற்றொன்றின் உடலுக்குள் புகும். இதனால் அயல் கருவுறல் (cross fertilization) நடைபெறும். கருவுறுதல் உடலின் உள்ளே நடைபெறுவதால் இது அகக் கருவுறுதல் ஆகும். கலவி முடிந்தபின் மண்ணின் மேற்பரப்பிற்கு அருகிலேயே முட்டைகளையிடும். ஆண்டின் எந்தப் பகுதியிலும் புல்லட்டைகள் சேர்வதுண்டு. கலவிக்கு முன்பாக காதல் நிகழ்ச்சி நடப்பதுண்டு. புல்லட்டைகள் ஒன்றையொன்று விரட்டிக் கொண்டு வட்டமாக ஒரு மணி நேரத்திற்கு மேலாகச் சுற்றிவரும். இந்த வட்டம் வரவரக் குறுகி, இறுதியில் இரண்டும் நெருங்கிப் புணர்ச்சியில் ஈடுபடும். விமாக்ஸ் மாக்ஸிமஸ் என்னும் புல்லட்டை மரத்தின் இலைகளிலேயே சுற்றிச் சுற்றி வரும். பிறகு இதிலிருந்து கம்பி போன்ற கோழை ஒழுகும். இதன் வழியாகப் புல்லட்டை மரத்திலிருந்து இறங்கித் தொங்கிக் கொண்டு கலவியில் ஈடுபடும். புல்லட்டை தோட்டங்களை அழிக்கும் தன்மை உடையது. எனவே மனிதனுக்கு இது எதிரியாக விளங்குகிறது.

ஜோ. எட்வின்

## புல்லியல்

புற்களைப் பற்றிய அறிவியல் புல்லியல் (agrostology) ஆகும். உணவுப் பொருள்களையும் தானியங்களையும் தருவன புற்கள் இனமே. இந்த ஒருவிதையிலைத் தாவரங்கள் போயேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். உலகில் தாவரங்கள் வளரக் கூடிய அனைத்துச் சூழல்களிலும் புற்களைக் காணலாம். நெல், கோதுமை, நாணல், தர்ப்பை, மூங்கில் இவை அனைத்துமே புற்களாகும். புல்லியலில் புற்கள் எவ்வாறு மனித இனத்திற்குப் பயன்படுகின்றன என்பதைப் பற்றிச் சொல்லப்படுகிறது.

புல்லின் உடலமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வதே புல்லியலின் அடிப்படையாகும். இதற்கு யூரோக்லோயா பேனிகாப்டஸ் (*Urochloa panicoides*) என்னும் சிற்றினத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு பருவப்பயிரான இச்செடி சல்லி வேர்களைக் கொண்டது. இதன் தண்டுகள் அனைத்துப் பக்கமும் பரவியவாறு அமைந்திருக்கும். தரையை ஒட்டிய தண்டின் கணுக்களிலிருந்து வேர்கள் தோன்றும். இலைகள் மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பு, ஒவ்வோர் இலையும், பட்டையாக அகன்ற இலைப்பரப்புக் கொண்டது. இலைப்பட்டை தண்டை அணைத்தவாறிருக்கும். மஞ்சரி தண்டின் நுனியில் தோன்றும். அதன் அலகு சிறு கதிர் (spike) ஆகும். அதில் சிறப்புப் பூவடிச் செதில்கள், உயிச்செதில்கள் அ.க.15-44

(glumes) காணப்படும். அவை மலர் உறுப்புகளை கொண்டிருக்கும். புல்லின் கனியைத் தானிய வகை (caryopsis) என்பர். புற்கள் மனித இனத்திற்கு நேரிடையாகவோ மறைமுகமாகவோ பல விதத்தில் பயன்படுகின்றன.

உணவு. நெல் (*Oriyza sativa*), கோதுமை (*Triticum aestivum*) ஆகியவற்றைப் பெரும்பாலான மக்கள் அடிப்படை உணவாகக் கொள்கின்றனர். மக்காச்சோளம் (*Zea mays*), பார்லி (*Hordeum vulgare*), ஓட் (*Avena staiwa*), ரை (*Secale cereate*) எனப்படும் கேழ்வரகு (*Eleusine Coracana*), கம்பு (*Pennisetum typhoides*), முத்துச்சோளம் (*Sorghum spp*), தினை (*Setaria italica*) முதலியவற்றையும் மக்கள் உணவாகப் பயன்படுத்துவர். இவற்றைக் கொண்டு ரொட்டி, தோசை, கஞ்சி, திண்பண்டங்கள் செய்வதுண்டு. சில மலைவாழ் மக்கள் இத்தானியங்களைப் பயன்படுத்தி மதுபானம் தயாரிப்பர்.

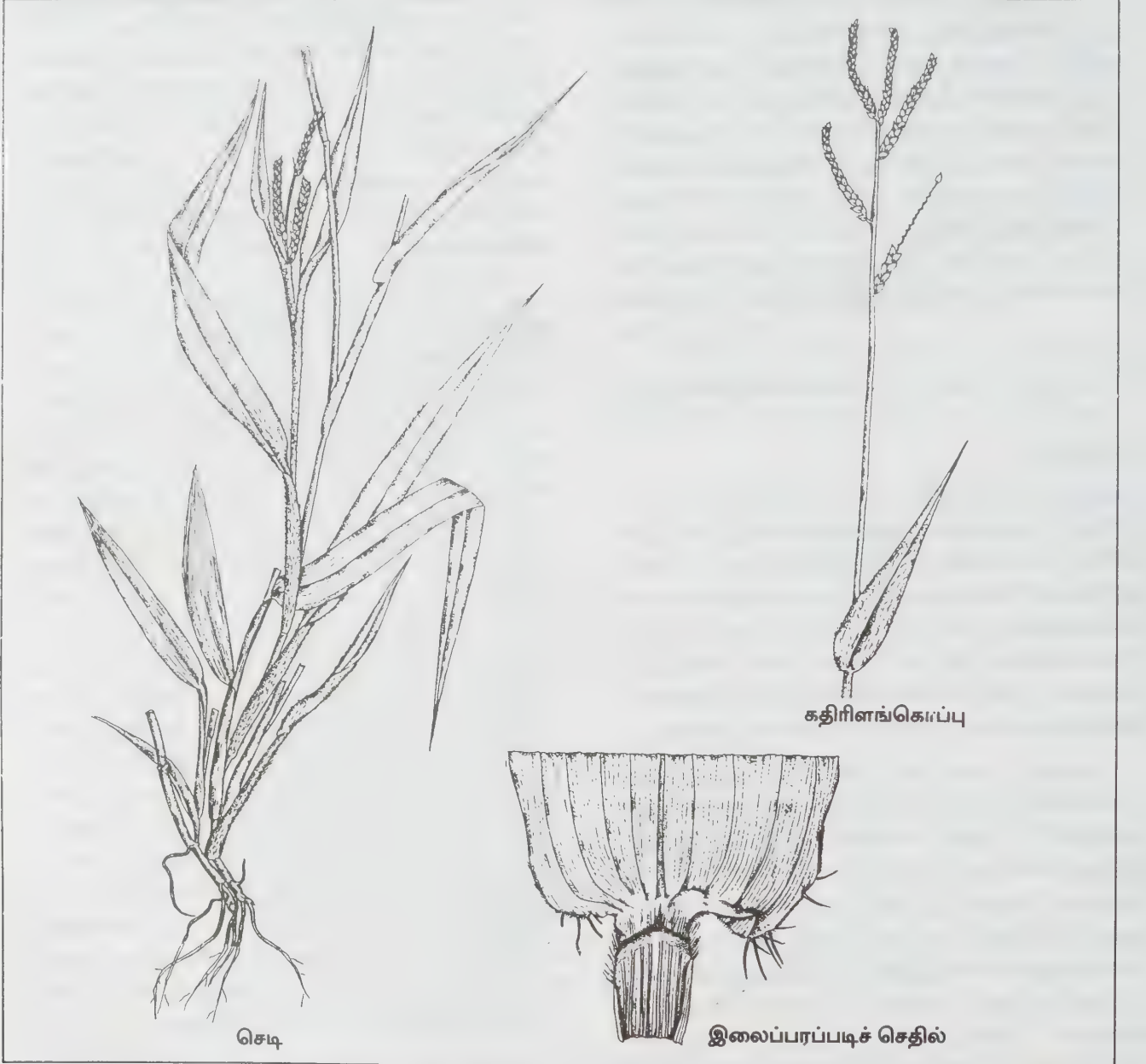
பெரும்பாலான புற்கள் கால்நடைகளுக்கும் உணவாக அமைகின்றன. இளம் தண்டு, இலை முதலியவற்றை ஆடு, மாடு, குதிரை, மான், யானை முதலியவை விரும்பி உண்ணும். சமவெளி, மலைச்சரிவு, பாலை நிலங்கள், கடற்கரை முதலிய இடங்களிலும் புற்கள் காணப்படும். அதனால் அங்கு வாழும் விலங்குகள் அவற்றை உணவாகக் கொள்ளும். சில புற்களை மனிதன் இருவிதமாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. கினியாப்புல் என்பது சாக்கடையிலும் கழிவு நீரிலும் வளரும். இப்புல் கால்நடைக்கும் சிறந்த உணவாகிறது. ஆப்ரிக்காப் (*Brachiaria*) புல் மற்ற நாடுகளில் புகுத்தப்பட்டுப் பெருமளவில் பயிரிடப் படுகிறது. ஸ்ரீலங்காவில் இது பெருமளவில் பயிரிடப் படுகிறது. இந்தியப் புல்வெளிகள் மிகுதியாக இருந்த போதிலும் அவற்றில் காணப்படுபவை இரண்டாம் தரப் புற்களேயாகும். இதற்குக் காரணம் தரமான இனங்களைக் கால்நடைகள் கட்டுப்பாடில்லாமல் மேய்வதேயாகும். மழை அதிகமாக உள்ள இடங்களில் குட்டையான புல்பத்தைகள் தேவை. புற்கள் நெருக்கமான தரைக்கீழ்த்தண்டுகளையும் சல்லி வேர்களையும் கொண்டவை. மண்ணை இறுக்கமாகப் பிடித்துக் கொள்வதால் மண் அரிப்பு ஏற்படுவதில்லை. நகரங்களில் பெரிய சாலைகளை அடுத்துப் புல் பத்தை வைப்பதால் சாலை அரிப்பு பெருவாரியாகத் தடுக்கப் படுகிறது. இதற்கு அருகம்புல் மிகச் சிறந்தது.

புல் பருவப் புற்கள், மண் அரிப்பைத் தடுக்க மிகச் சிறந்தவை. மணற் பாங்கான கடற்கரை, பாலை நிலம், ஆற்றங்கரையில் வாழும் புற்கள் தரைக்கீழ் ஓடு தண்டையும்

கொத்துக் கொத்தான வேர்களையும் பெற்றுள்ளமையால் மண் அரிப்பு தடுக்கப்படும். இந்தியக் கடற்கரைகளில் ராவணன் மீசை (Spinifex) என்பது மிகச் சிறந்த மண் அரிப்புத் தடுப்பானாக உள்ளது. பெண் செடிகளில் பெண் மஞ்சரி பெரிய பந்து போல் உருண்டையாக இருக்கும். இதன் மேல் பரப்பு முழுதும் முள்கள் போன்ற நீட்சிகள் இருக்கும். காற்று அடிக்கும்போது மண் பரப்பு மீது முள்ளம் பன்றி போல் உருண்டு செல்லும். அப்போது மஞ்சரியிடமிருந்து விதைகள் ஒவ்வொன்றாக உதிரும்.

டார்பிடோ புல் மிகவும் வேகமாகப் பரவி வளரக்கூடியது. இதன் தரைக்கீழ்த் தண்டுக்குக் கூரான முனை காரணமாக மண்ணைத் துளைத்துச் செல்லும் திறன் உள்ளமையால் இது டார்பிடோ புல் எனப்படுகிறது. இதனால் மணல்பார் கான இடங்களுக்கு இதைப் பரிந்துரைப்பர்.

அழகு புற்கள். சில புற்கள் மட்டும் தோட்டங்களிலும் புற்காக்களிலும் அழகுக்காக வளர்க்கப்படும். வண்ண இலை, அடர்த்தியான பெரிய மஞ்சரி இவற்றிற்காகவும் இப்புற்கள்



படம் 1. யூரோக்லோயா பேனிகாய்டஸ் (Urochloa panicoides)



வளர்க்கப்படும். கரும்பின், மஞ்சரி பெருங்கொத்தாகக் (arrow) காணப்படும். அதை வண்ணம் பூசி வரவேற்பறைகளில் வைப்பர். சில புற்கள் இளம் சிவப்பு மஞ்சரியைப் பெற்றிருக்கும்.

நாணலில் (Arundo donax) ஒரு வகைக்கு வெள்ளைக் கோட்டோடு கூடிய இலைகள் உண்டு. அவற்றைப் பூங்காக்களிலும் லைப்பர். பரைசா என்னும் ஒரு சிறிய புல் குளிர்பகுதிகளில் காணப்படும். இதன் மஞ்சரி சிறிய தொங்கட்டான் போல காற்றில் அசைந்தாடுவது மிக

அழகாக இருக்கும்.

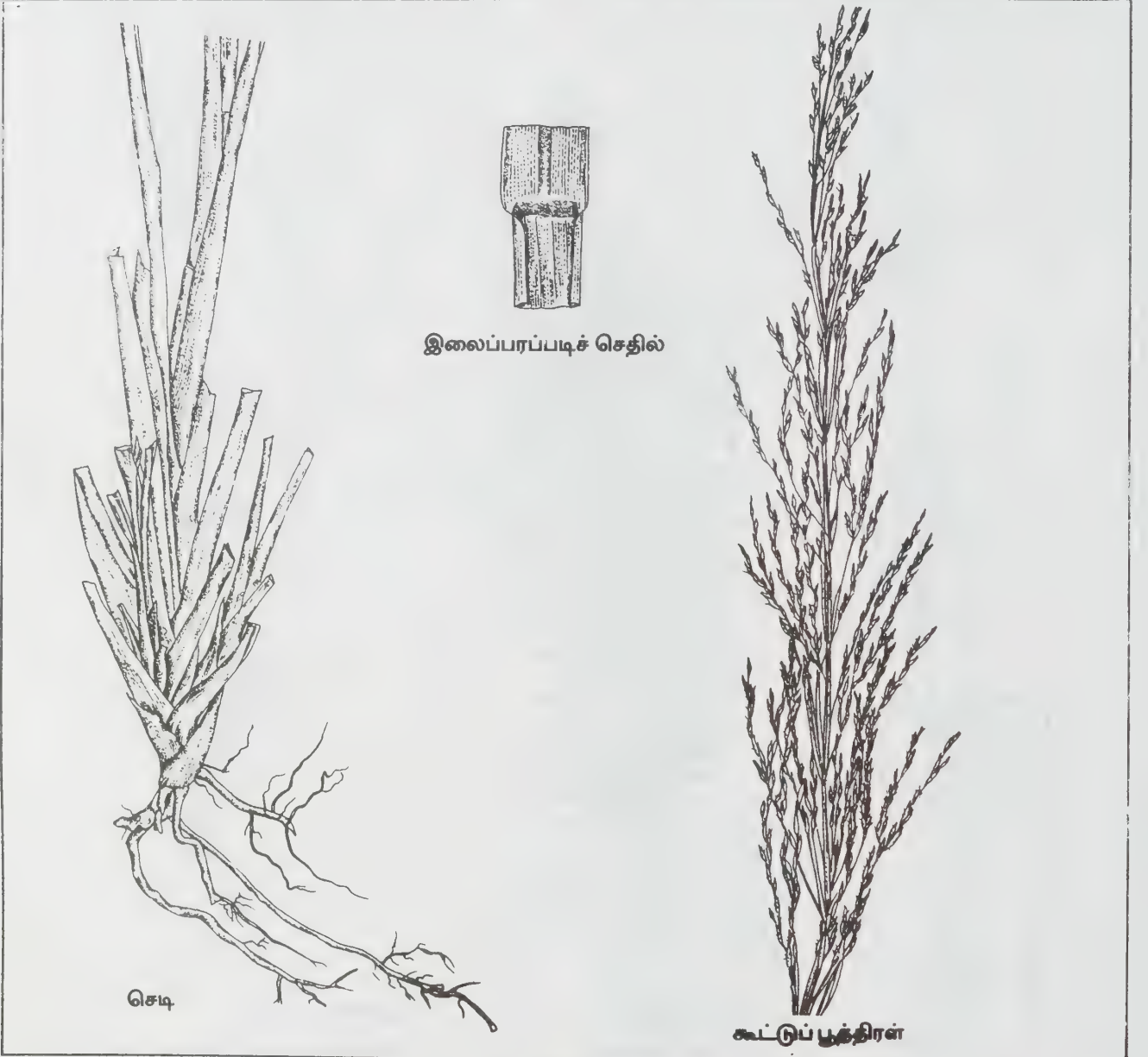
நறுமணப் புற்கள். சில இனப் புற்களில் நறுமண எண்ணெய் காணப்படும். அதனால் அந்த புற்களின் இலையை முகர்ந்தால் நல்ல மணமுண்டாகும். எ-டு: வெடிவீரியா (Vetiveria), போத்ரியோக்லோயா (Bothriochloa), சிம்போபோகன் (Cymbopogon). வெடிவீரியாவை வெட்டி வேர் என்றும், விளாமிச்சை வேர் என்றும் கூறுவர். இதன் வேரைக் கொண்டு விசிறி, தட்டி முதலியவற்றைச் செய்வர். இவ்வேரைக் குடிக்கும் நீரில் போட்டால், நீரின் மணம்



பெருகும். சிம்போபோகன்னை மோர்ப்புல், இஞ்சிப்புல் அல்லது எலுமிச்சைப்புல் என்பர். இதன் இலையிலிருந்து எலுமிச்சை எண்ணெய் (lemon oil) எடுக்கப்படுகிறது. இது சிறந்த கொசுவிரட்டியாகச் செயல்படும். 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கட்டப்பட்ட எகிப்தியர்களின் கல்லறையை 1881இல் திறந்தபோது எலுமிச்சைப் புல்லின் மணம் வீசுவதைக் கண்ட ஐரோப்பியர்கள் வியப்பில் ஆழ்ந்தனர். இதற்குக் காரணம் காற்றுப்புகா வண்ணம் இந்த

எண்ணெயை அடைத்து வைத்ததேயாகும். சில சிம்போபோகன் சிற்றினங்கள் உணவுப் பொருளுக்கு மணமூட்டப் பயன்படும். நறுமணப் புல் எண்ணெய் கொண்டு சோப்புக்கும் மணம் ஏற்றுவதுண்டு.

புற்களைப் பயன்படுத்திக் காகிதக் குழம்புத் தயாரித்துக் காகிதம் செய்யலாம். இந்தியாவில் வளரும் புற்களில் ஏறத்தாழ 10 சிற்றினங்களிலிருந்து முதல் தரமான காகிதம் தயாரிக்க முடியும். புற்களில் மூங்கிலே நீண்ட இழைகள்



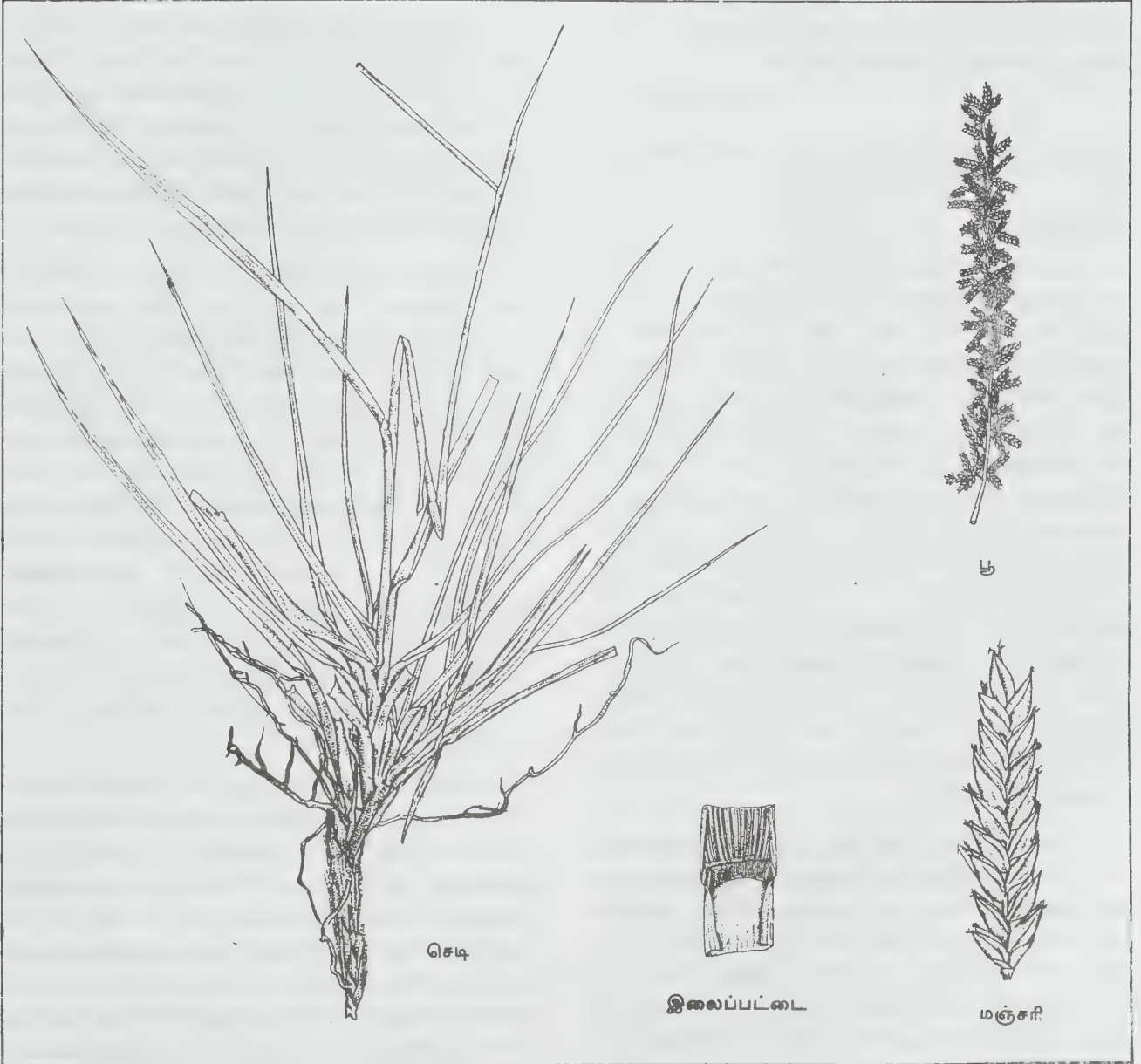
படம் 3. வெடிவிரியா சிசோனாய்டஸ்



வெண்ணிலையால் அதைக் கொண்டு தரமான காகிதம் தயாரிக்க முடிகிறது.

பயன். புற்கள் பல சிறந்த மருத்துவப் பயன் கொண்டவை. இதில் முதலிடம் வகிப்பது அருகம்புல். அருகம்புல்லைக் காலையில் அரைத்து நீரோடு அருந்தினால் நோய் அணுகாது என்பர். எலுமிச்சைப் புல் எண்ணெய், மூட்டு வலிக்குச் சிறந்த மருந்தாகும். மேலும் அது காய்ச்சல் தடுப்பானும் ஆகும். வெட்டிவேரிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் பாம்பு, தேள் கடிக்குச் சிறந்த மருந்து. இதன் வேர் காய்ச்சல், மிகு

வேர்வை, குருதி நோய்களுக்குச் சிறந்தது. பேனிகம் ஆன்டிடோடேல் (*Panicum antidotale*) என்னும் புல்லைக் கொண்டு பகை மூட்டம் போடுவர். இவ்வழக்கம் அம்மை போட்ட வீட்டில் பின்பற்றப்படும். கூரை வேய்வதற்கும், தடுப்புச் சுவர் எழுப்பவும் புற்களைப் பயன்படுத்துவர். நீளப் புற்களைச் செங்குத்தாக அடுத்தடுத்து வைத்து அதன் மேல் களிமண் கலவையைப் பூசிச் சுவர் எழுப்புவர். இது சிக்கனமாகவும், இந்திய, ஆப்ரிக்க வெப்ப மண்டல நாட்டின் தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஏற்றதாகவும் விளங்குகிறது. மேலும்



பாய் பின்னவும், கயிறு திரிக்கவும் இது பயனாகும். சோளம் இலையைப் பயன்படுத்திச் சுருட்டு, சிகரெட் சுற்றலாம். சில புற்களின் காய்கள் முள்கள் போன்ற நீட்சி கொண்டவை. அவற்றை எலி, முயல் வலைகளின் வாயிலில் வைப்பதால் அவை வெளிவருவதில்லை. கருக்காத் தட்டை அல்லது நாணல் தண்டைக் கொண்டு ஊதல், புல்லாங்குழல் செய்யலாம்.

சில புற்கள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவை. பெரும்பாலான புற்களின் கொழுந்து இலைகளில் ஹைட்ரோ சயனிக் அமிலம் உள்ளமையால் கால்நடைகள் பாதிப்படைவதுண்டு. சில புற்களின் சொரசொரப்புத் தன்மையால் தோல், கை, கால், வாய் போன்றவற்றில் புண்கள் ஏற்படும்.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## புல்லுருவி

அனைத்து உயிரினங்களும் உணவுக்காக ஒன்றையொன்று பல வழிகளில் சார்ந்து வாழ்கின்றன. பச்சை நிறமுள்ள தாவரங்களில் மிக மிகச் சில ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. பொதுவாகத் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய சூரிய ஒளி, காற்று, காற்றிலுள்ள கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர், நிலத்திலுள்ள எளிய உப்பு ஆகியவை எளிதில் கிடைக்கின்றன. இருப்பினும் ஓர் உயிரி பிறிதோர் உயிரியைச் சார்ந்து அதனின்றி தனக்கு வேண்டிய உணவைப் பெற்று வாழ்ந்து வருமாயின் அது ஒட்டுண்ணி எனப்படுகிறது. ஆனால் ஓர் உயிரி தனக்குத் தேவையான உப்பு, நீர் போன்ற சில பொருள்களை மட்டுமே விருந்தோம்பிப் பெற்றுக்கொண்டு மற்றவற்றைத் தாமே தேடிக்கொண்டு வாழ்கின்றன. இவை அரை ஒட்டுண்ணி எனப்படும். ஒட்டுண்ணி அல்லது அரை ஒட்டுண்ணி பற்றியுள்ள உயிரி ஆதார உயிரி அல்லது ஊட்டுயிரி எனப்படுகிறது. புல்லுருவிக் குடும்பம் அரை ஒட்டுண்ணி வகையைச் சார்ந்தது.

லோராந்தேசி. இது லோராந்தேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த புல்லுருவி இனங்களில் ஒன்றாகும். இத்தாவரம் மா, புளி, புங்கன், கறிவேப்பிலை, மாதுளை போன்ற பல வகை மரங்களில் ஒட்டுண்ணியாகக் காணப்படுகிறது. இக்குடும்பம் 36 பேரினங்களையும் 600 சிற்றினங்களையும் கொண்டுள்ளது. இவ்வினங்கள் அயன மண்டலத்திலும் மித மண்டலத்திலும் மிகுந்துள்ளன. இரட்டை விதையிலைத் தாவர வகையைச் சார்ந்த, இக்குடும்பத்திலுள்ள அனைத்து

இனங்களும் பச்சை இலையுள்ள ஒட்டுண்ணிச் செடிகள். புல்லுருவிச் செடியின் வேர் வேறு மரஞ்செடிகளில் வளர்ந்து அவற்றின் கிளைக்குள் தம் வேர்களைச் செலுத்தி நீரையும் உப்புகளையும் எடுத்துக் கொள்கிறது. இக்குடும்பத்தின் சில தாவரங்கள் தரையில் வேருன்றி வளரக்கூடியனவாகும். எ-டு: நூயிட்சியா. இது மேற்கு ஆஸ்திரேலியாவில் காணப்படுகிற இனமாகும். சில வகை இனங்கள் ஒன்று அல்லது இரண்டு இன மரங்களில் மட்டுமே பற்றிக்கொண்டு வளர்கின்றன. சில இனங்கள் அனைத்து வகை மரங்களிலும் அனைத்துண்ணி யாகப் (omnivorous) பற்றிக்கொண்டு வளர்கின்றன.

புல்லுருவித் தாவரத்தின் தண்டிலிருந்து உறிஞ்சு வேர்கள் தோன்றுகின்றன. இடம் மாறி வந்த வேர்கள் (adventitious roots) எனப்படும். இவ்வேர்கள் மாறுபாடுகள் அடைந்து காணப்படுகின்றன. இவ்வேர்கள் ஊட்டுயிரைப் பற்றிக்கொள்ளும் இடத்தில் திரளான திசுக்கள் வளர்கின்றன. இந்த உறிஞ்சு வேர்கள் ஊட்டுயிரித் தாவரத்தின் திசுக்களில் நன்கு கிளைகள் விட்டு வளர்கின்றன. எ - டு: விஸ்க்கம்.

தண்டு, இலைத்தண்டு (sympodial) அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இது அடிக்கடி இரு கிளையாகக் (dichasial) கிளைக்கும் தன்மையுடையது. இலைகள் தோல் போன்று உறுப்பானவை (leathery). பெரும்பாலும் மங்கலான பசுமை நிறம் கொண்டவை. பூக்கொத்து (cyme) நுனி வளரா மஞ்சரி ஆகும். பூக்கள் சாதாரணமாக மூன்று மூன்றாகச் சிறு கொத்துகளாக இருக்கும். சில சமயம் மூன்றில் நடுவிலுள்ள ஒன்று வளராமல் இரண்டு பூக்களே இருக்கும். பூக்களுக்குக் காம்புகள் இருக்குமாயின் சிறு கொத்தின் பக்கங்களிலுள்ள பூக்களுக்குரிய பூக்காம்பிலைகள் மூம்குரிய காம்புகளுக்குப் பூவின் அடிவரையிலும் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். எ - டு: விஸ்க்கம், லோராந்தஸ். சில இனங்களில் பூக்கொத்து கதிராக (spike) வளரும். இக்கதிரின் கணுக்களிலும், கணுவிடைகளிலும் பூக்கள் காணப்படுகின்றன.

பூக்கள் இரு பாலின அல்லது ஒரு பாலின வகையைச் சார்ந்தவை. பூவின் பூவடித்தளம் (receptacle) குழிவாகக் காணப்படுகிறது. இதன் விளிம்பில் நான்கிலிருந்து ஆறு பூவிதழ்கள் அமைந்துள்ளன. லோராந்தஸ் தாவரத்தில் இதழுக்குக் கீழே அச்சிலிருந்து (axis) சிறு வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. சிறு புறவிதழ்கள் (calyceeles) எனப்படும். பூவிதழ் (perianth) சில தாவரங்களில் புறவிதழ் (sepaloid) போன்றும் சில தாவரங்களில் அகவிதழ் (petaloid) போன்றும் காணப்படுகிறது. இதழ்களின் எண்ணிக்கைக்குத் தக்கவாறே கேசரங்கள் காணப்படுகின்றன. இக்கேசரங்கள் இதழுடன்





செடியும் அதன் பகுதிகளும்

புல்லுருவி

ஒட்டியே வளர்ந்திருக்கின்றன. சூலகம் ஓர் அறையைக் கொண்டுள்ளது. இது பூத்தளத்திலுள் அழுந்தி அதனோடு சேர்ந்தும் காணப்படுகிறது.

போலிச் சதைக்கனி (pseudoberry) அல்லது போலி உள்ளோட்டுக்கனி (drupe) காணப்படும். இத்தாவரத்தின் பூத்தளமே (receptacle) கனியின் சதைப் பகுதியாக மாற்றம் அடைந்துள்ளது. விதையைச் சுற்றி விதையுறைக்குப் பதிலாக பால் போன்ற வெண்மையான பிசிபிசுப்பான நீர்மம் காணப்படுகிறது. விதை பரவுதல், குறிப்பாகப் பறவைகள் மூலமே நடைபெறுகிறது. பறவைகள் கனியை உண்ணும்போது அவற்றிலுள்ள விதைகள் நீர்மம் காரணமாகப் பறவைகளின் அலகுகளில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. அவ்வாறு ஒட்டிக்கொண்டே விதைகளை அலகுகளிலிருந்து பறவைகள் அகற்றும்போது மரக்கிளைகளில் ஒட்டி ஒட்டுண்ணியாக வளர்கின்றன. பெரும்பாலும் மகரந்தச் சேர்க்கை, பூச்சிகளாலும் பறவைகளாலும் நடைபெறுகிறது.

இரா. துரை

## புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலம்

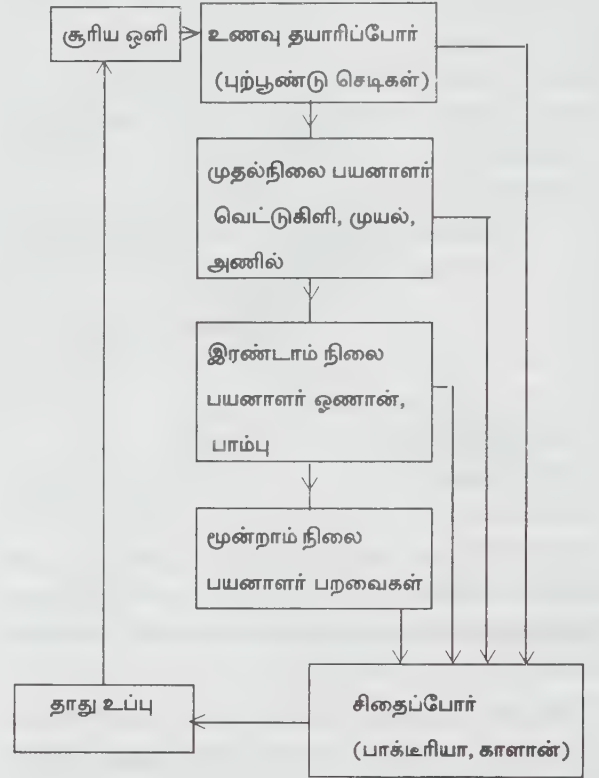
புவியின் நிலப்பரப்பில் 13,000,000 ச.கி.மீ. புல்வெளியாகும். புல்வெளியும் அதைச் சார்ந்துள்ள உயிரற்ற சூழ்நிலைக் கூறுகளும், ஏனைய உயிரிகளும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு சூழ்நிலை மண்டலமாகச் செயல்படுகின்றன. பொதுவாக உயிருள்ள சமுதாயமும், உயிரற்ற சூழ்நிலை (abiotic environment) கூறுகளும் ஒருங்கிணைந்து ஒரு சூழ்நிலை மண்டலம் அமைகிறது. தாவரம், விலங்கு, நுண்ணுயிரி போன்றவை உயிருள்ள சமுதாயத்துக்குள் அடங்கும். நீர், ஒளி, ஆக்சிஜன், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, தாது, உப்பு போன்றவை உயிரற்ற சூழ்நிலைக்குள் அடங்கும். சூழ்நிலை மண்டலம் அடிப்படைச் செயல்முறை அலகாகும்.

வகையும் ஆக்கக்கூறும். இயற்கையில் பல்வேறுபட்ட சூழ்நிலை மண்டலங்கள் உள்ளன. அவை நன்னீர் சூழ்நிலை மண்டலம், கடல் சூழ்நிலை மண்டலம், காட்டுச் சூழ்நிலை மண்டலம் என்று பலவகைப்படும். காட்டுச் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் மழையளவு மிகுதி. ஆகையால் மரங்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. பெரு மழையும், அடர்ந்த காடுகளும், பலவிதமான தாவரங்கள்,

விலங்குகள் வாழத் தடைசெய்கின்றன. பாலைவனச் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் மழையளவு மிகமிகக் குறைவு. இங்கு வெப்பம் மிகுந்து காணப்படுகிறது. ஆகையால் பாலைவனத்தில் குறிப்பிட்ட சில தாவரங்களும், விலங்குகளும் வாழ்கின்றன. ஆனால் புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலம் இவற்றிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளது. இங்கு மழையும், வெப்பமும் எப்போதும் சீராகக் காணப்படுகின்றன. எனவே புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் தாவரங்களும், விலங்குகளும் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உயிர்ச் சமுதாயத்தின் அடிப்படைக் கூறுகளாகத் தயாரிப்போர், பயன்படுத்துவோர், சிதைப்போர், மாற்றுவோர் எனப் பல படிகள் விளங்குகின்றன. புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்திலும், இக்கூறுகள் காணப்படுகின்றன. இச்சூழ்நிலை மண்டலத்தில் புற்பூண்டுகள், சிறிய பெரிய செடிகள் போன்ற பச்சைத் தாவரங்கள் தயாரிப்போர் பணியைச் செய்கின்றன. இவை தாங்கள் பெற்றுள்ள பச்சையத்தின் உதவிகொண்டு சூரிய ஒளியிலிருந்து இம்மண்டலத்திற்கு வேண்டிய முழு உணவையும் தயாரிக்கின்றன. இந்நிகழ்ச்சிக்கு ஒளிச்சேர்க்கை (photo synthesis) என்று பெயர். இந்நிகழ்ச்சியில் புவியில் உள்ள தாது உப்புகள், நீர் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதுடன், காற்று மண்டலத்தில் உள்ள கார்பன்டைஆக்சைடையும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. உணவு தயாரிக்கும் இவ்வகைப் பச்சை தாவரங்களைத் தன்னுட்கூறுகள் (autotrophic components) என்பர். உயிருள்ள சமுதாயத்தில் உள்ள பிற அனைத்து விலங்குகளும் பயன்படுத்துவோர் வகையைச் சார்ந்தவை. இவை தங்கள் உணவுத் தேவைக்கு நேடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ தாவரங்களைச் சார்ந்துள்ளன. எனவே இவற்றை வேற்றுட்கூறு (heterotrophic components) என்பர். பயன்படுத்துபவரில் முதல்நிலை, இரண்டாம்நிலை, மூன்றாம் நிலை என்னும் பிரிவுகள் உள்ளன. புல்வெளியில் முதல் நிலைப் பயனாளராக ஒணான், பாம்பு போன்றவையும், மூன்றாம் நிலைப் பயனாளராக வலிமை மிக்க பறவை போன்றவையும் வாழ்ந்து வருகின்றன. உணவு மூலம் ஆற்றல் தொடர்ந்து இவ்வாறு நிலையாகப் பல ஆக்கக்கூறுகளுக்குக் கிடைத்தாலும், வேதிப் பொருள்கள் அவ்வாறு தொடர்ந்து கிடைப்பதில்லை. அதனால் பாக்கியா, காளான் போன்றவை சூழ்நிலை மண்டலத்தில் அடிப்படையாக விளங்குகின்றன. இவை இறந்த உயிரிகளை உடைத்துச் சிதைக்கின்றன. ஆகையால் இவற்றிற்குச் சிதைப்போர் என்று பெயர். சிதைவால் தேவையான வேதி உணவுப் பொருள்கள்

கற்றுப்புறத்திற்குத் திரும்பிச் செல்கின்றன. சிதைவில்லாமல் போகும்போது அனைத்து உயிரிகளும் அழிந்துவிடும். இவ்வாறாகப் புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் உருவமற்றும் செயல் வடிவம் உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து தொடங்குகிறது. இவை பயனாளருக்கு உணவை அளிக்கின்றன. பயனாளருக்கும், உற்பத்தி செய்வோருக்கும், இறந்தபிறகு சிதைப்பவற்றால் சிதைக்கப்பட்டு மூலப் பொருள்கள் மீண்டும் உற்பத்தி செய்வனவற்றிற்கு அளிக்கப்படுகின்றன.



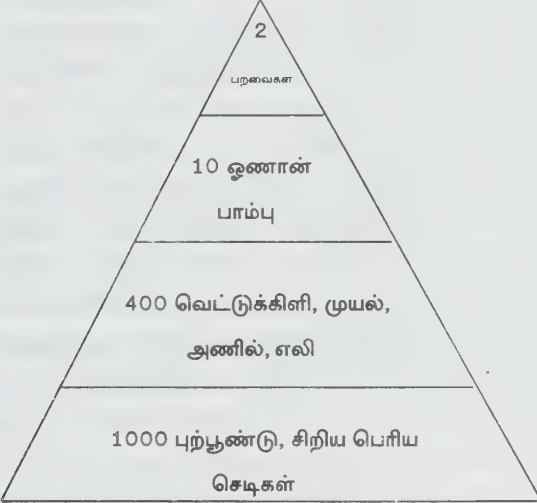
படம் 1. புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உற்பினைர்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு

மேற்காணும் சங்கிலித் தொடரில் ஒவ்வோர் உயிரினக் கூட்டமும் அதற்கு முந்தைய குழுவிலிருந்து உணவைப் பெறுகின்றன. இவை பல்வேறு உணவு நிலைகள் அல்லது உணவு மட்டங்கள் எனப்படும். புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் பல படிகளைக் காட்ட ஒரு பட்டைக்கூம்பு பயன்படுகிறது. பட்டைக் கூம்பின் அடிப்பகுதி, அகன்ற பரப்பளவையும், நுனிப்பகுதி குறைந்த பரப்பளவையும் கொண்டவை. பட்டைக் கூம்பின் அடிப்பகுதியிலிருந்து நுனியை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதன் பரப்பளவு



குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. புல்வெளியில் உற்பத்தி செய்வோரின் எண்ணிக்கை மிகுந்துள்ளது. இவற்றை அடுத்துப் பெரும் எண்ணிக்கையில் முதல்நிலைப் பயனாளரும், (வெட்டுக்கிளி, முயல், அணில், எலி), இரண்டாம் நிலைப் பயனாளரும் (ஓணான், பாம்பு), மூன்றாம் நிலைப் பயனாளரும் (பறவைகள்) படிப்படியாகப் புல்வெளியில் காணப்படுகின்றன.

1000 எண்ணிக்கை கொண்ட உற்பத்தி செய்வோர், பெரும் பரப்பளவைக் கொண்ட பட்டைக்கூம்பின் அடிப்பகுதியில் இடம் பெறும். அதற்கடுத்துப் பெரும் எண்ணிக்கை கொண்ட முதல் நிலைப் பயனாளர், பட்டைக்கூம்பில் உற்பத்தி செய்வோருக்கு மேல் இடம் பெறும். இவற்றிற்கடுத்து இரண்டாம் நிலைப் பயனாளர் இடம் பெறும். பட்டைக்கூம்பின் நுனியில் எண்ணிக்கை குறைந்த மூன்றாம் நிலைப் பயனாளராகிய பறவை இடம் பெறும். இவ்வாறு புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்தின் உணவு மட்டங்களின் எண்ணிக்கையைப் பட்டைக்கூம்பில் குறிப்பிடுவது பட்டைக்கூம்பின் எண்ணிக்கை எனப்படும்.



படம் 2. புல்வெளியில் பட்டைக்கூம்பின் எண்ணிக்கை

இவற்றைப் போன்று புல்வெளியின் பொருள்திரளும், ஆற்றலும் தயாரிப்போரிலிருந்து, மூன்றாம் நிலைப் பயனாளர் வரை குறைந்து கொண்டே செல்லும். இவற்றிற்கு முறையாகப் பட்டைக்கூம்பின் பொருள்திரள் என்றும் பட்டைக்கூம்பின் ஆற்றல் என்றும் பெயர்.

### உணவுச் சங்கிலியும் உணவு வலையும்.

புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலத்திலுள்ள தாவர வகைகள் தம் உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்கின்றன. ஆனால் வெட்டுக்கிளி, முயல் போன்ற முதல்நிலைப் பயனாளர் தாவரங்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. மேலும் இவை ஓணான், பாம்பு போன்றவற்றால் உட்கொள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஓர் உணவு மட்டத்திலுள்ள உயிர்கள் அதற்கு முந்திய மட்டத்திலுள்ளவற்றை உணவாகக் கொண்டு பிந்திய உணவு மட்டத்திலுள்ள உயிர்களுக்கு உணவாகும். இத்தொடர் நிகழ்ச்சிக்கு உணவு சங்கிலி (food chain) என்று பெயர். புல்வெளியின் உணவு சங்கிலி:

உணவுச்சங்கிலியில் ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் இடர் ஏற்பட்டால் மிகவும் சிக்கலான தீமைகள் ஏற்படும். எடுத்துக்காட்டாக

புறப்பூண்டு → வெட்டுக்கிளி, முயல், அணில் →

ஓணான், பாம்பு → பறவை

இந்த உணவுச் சங்கிலியில் ஓணான், பாம்பு போன்றவை மனிதரால் வேட்டையாடப்பட்டு எண்ணிக்கையில் பெருமளவு குறையுமானால் வெட்டுக் கிளி, முயல், அணில் எண்ணிக்கை அதிகரித்து, புறப்பூண்டு அழிக்கப்படும். மாறாக வெட்டுக்கிளி, முயல் எண்ணிக்கை குறையுமானால் அதைச் சார்ந்துள்ள பாம்பு, ஓணான் ஆகியவை உணவின்றி மடிய நேரிடும். எனவே சூழ்நிலை மண்டலத்தில் நடைபெறும் தொடர் நிகழ்ச்சிகள் அனைத்து நிலைகளிலும் முறையாக நடைபெற வேண்டும்.

தாவரங்கள் (புறப்பூண்டு, சிறிய, பெரிய செடிகள்) → வெட்டுக்கிளி, முயல், அணில், எலி → ஓணான், பாம்பு → பறவை (உற்பத்தி செய்வோர்)

முதல் நிலை

இரண்டாம் நிலை

மூன்றாம் நிலை

பயனாளர்

பெரும்பாலான விலங்குகள் தம் உணவிற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்கினத்தைச் சார்ந்திராமல், பலவற்றை உண்ணும் தன்மை பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாகப் பருந்து போன்றவை, முயல், அணில், எலி முதலியவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. பயனாளர் ஒரு தாவரம் அல்லது விலங்கை மட்டும் உணவிற்கு எதிர்பாராது இருப்பதால் உள்தொடர்புள்ள உணவு சங்கிலிகள் ஏற்படுகின்றன. இதனால் ஒரு சிக்கலான உணவு வலை (food web) உருவாகிறது.

**புல்வெளியின் ஆக்க வளம்.** புல்வெளியின் ஆக்கவளம் அதன் உணவு முறை மட்டங்களில் உள்ள உயிருள்ளவற்றின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துள்ளது. புல்வெளியின் ஆக்கவளத்தைக் கணக்கிட அவற்றின் உயிர்த் தொகையிலுள்ள உயிரிகளின் அளவை நிலையான பயிர் (standing crop) என்று கூறப்படுகிறது. இச்சொல் தாவரங்கள், விலங்குகள் இரண்டிற்குமே பொருந்தும். ஓர் அலகு பகுதியில் வாழும் மொத்த உயிரிகளின் எண்ணிக்கையை இத்தனை எண்ணிக்கை என்று நிலையான பயிர் அல்லது உயிர்ப் பொருள்திரள் என்னும் அடிப்படையிலும் குறிப்பிடப்படலாம். உயிருள்ள எடை, உலர் எடை, சாம்பலற்ற உலர் எடை, கார்பன் எடை கலோரி போன்ற அலகுகளில் உயிர்ப்பொருள்திரள் அளவிடப்படலாம்.

**புல்வகைகளும் அவை காணப்படும் இடங்களும்.** புல்வெளிகளில் சராசரி மழை ஆண்டுக்கு 25 - 50 செ.மீ. என அமைகிறது. வெப்ப மண்டலப் புல்வெளி, மித மண்டலப் புல்வெளி என இருவகைப் புல்வெளிகள் இருக்கின்றன. முதற்கூறியது சாவனா என்றும் வழங்கப் பெறும். நிலநடுக்கோட்டின் இருமருங்கிலும் வெப்ப மண்டலக் காடுகளுக்கும் வெப்ப பாலவனங்களுக்கும் இடையில் அமைந்திருக்கிறது. தென் அமெரிக்காவிலிருக்கும் லானோ, காம்ப்போ புல்வெளிகளும், ஆப்பிரிக்காக்கண்டத்தில் காட்டுவெளிக்கு இருமருங்கிலுள்ள பரந்த புல்வெளிகளும் வெப்ப மண்டலப் புல்வெளிகளாகும். மேற்கூறிய புல்வெளிகளில் மறிமான், வரிக்குதிரை, ஒட்டகச்சிவிங்கி போன்றவை வாழ்கின்றன.

யூரேசியாவில் டான்யூப் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலிருந்து தென்மேற்குச் சைபீரியா வரையில் பரந்து கிடக்கும் ஸ்டெப்பீஸ் புல்வெளியும் வடஅமெரிக்காக்கண்டத்திலுள்ள பிரேரி புல்வெளியும் தென்அமெரிக்காவில் ஆண்டிஸ்

மலையிலிருந்து அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் வரையில் பரந்துள்ள பாம்பாஸ் புல்வெளியும், ஆஸ்திரேலியாவிற்கும் புல்வெளியும் மிதமண்டலப் புல்வெளிகளாகும். மித வெப்ப பகுதியில் புல்வெளிகள் புல்மேயும் விலங்குகளுக்கு மேய்ச்சல் நிலங்களாகப் பயன்படுகின்றன. மனிதனுக்கு விவசயத்திற்கு நிலங்களாகப் பயன்படுகிறது. புற்கள் தங்களுடைய மேல்வாரியான வேர் மண்டலங்களினால் தரையை மாற்றுகின்றன. காட்டெருது, மறிமான், குதிரை, கழுதை போன்ற புல் மேயும் தாவர உண்ணிகளும், கோயோட் போன்ற சிறிய ஊனுண்ணிகளும் அணில், பிரையரி நாய் போன்றவையும் இங்கு வாழ்கின்றன. இப்புல்வெளிகள் பெரும்பாலும் மண்வளம் கொழிப்பவை. ஆகையால் நீர்பாசன வசதியுள்ள இடங்களில் விவசாயம் காணப்படுகிறது.

துந்திரா என்பது ஆர்க்டிக் பகுதியைச் சுற்றியுள்ள மிகப்பெரிய வெளியாகும். இங்கு மிகக்குறைந்த வெப்பநிலை நிலவுவதே இதன் சிறப்புப் பண்பாகும். உயிரிகளின் வளர்ச்சிப் பருவமும் மிகவும் குறுகிய தாயிருக்கிறது. அங்கொன்று இங்கொன்றாகக் காணப்படும் ஏரி, குளங்கள் தவிர தரை முழுவதும் பாசிகளாலும், புற்களாலும், உயரம் குறைந்த தாவரங்களாலும் மூடப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு மாதங்கள் தவிர ஆண்டின் மற்றைய மாதங்களில் தரை உறைபனியால் மூடப்பட்டிருக்கும். ஆயினும் பறவைகளும், பாலூட்டிகளும் அங்கே காணப்படுகின்றன. இங்கு உணவு சங்கிலி எளிதாய் உள்ளது. ரெயின்டர் பாசி, ரெயின்டர் மனிதன், துருவப் பகுதிகளின் கொறிவிலங்கு ஆர்க்டிக் முயல், ஆர்க்டிக் நரி போன்றவை காணப்படுகின்றன. கோடைகாலத்தில் நீர்ப்பறவைகள் இங்குக் கூடுகூட்டுகின்றன.

**பயன்.** புல், கால்நடைகளுக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றன. காற்றாலும், மழையாலும், வெள்ளத்தாலும் ஏற்படும் மண் அரிப்பைத் தடுக்கிறது. நீர்ப்பாசனம் உள்ள இடங்களில் விவசாயம் செழித்து விளங்குகிறது. பசுமையான புல்வெளி எழிலூட்டவும், பொழுதுபோக்கிற்காகவும், ஏற்ற இடமாக அமைகிறது. மேலும் போக்குவரத்துச் சாலைப் பாதுகாப்பாகவும் விளங்குகிறது. பசுமையான புல்வெளி மழை பெய்யவும் காரணமாகிறது. சில புல் வகைகள் மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன.

இரா. ஜேம்ஸ்



## புலஅயனி நுண்ணோக்கியியல்

புறப்பரப்பு இயற்பியல் ஆய்வில் புல அயனி நுண்ணோக்கி ஒரு திறன் மிக்க கருவியாகும். அது அணு அளவில் விவரங்களைக் காட்டுகிற வகையில் உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட உலோகப் பரப்புகளின் பிம்பங்களை நேரடியாகக் காண உதவுகிறது. தனித்தனியான அணுக்களைக் கையாளவும், அடையாளம் காணவும் கூட அது வழி வகுக்கிறது. 1951ஆம் ஆண்டில் மூல்வர் என்பார் அதைக் கண்டுபிடித்தார். அது அடிப்படையில் எளிய கருவி. அதில் ஆய்வு செய்யப்படும் மாதிரிப்பொருள் ஒரு கூர்மையான ஊசியின் முனையில் பொருத்தப்படுகிறது. வேதியல் முறைகளின் மூலம் அதன் ஆரம் 10 - 200 நானோமீட்டர் இருக்கும்படி அது ஆய்வு செய்யவேண்டிய பொருளிலிருந்து அரித்து எடுக்கப்படுகிறது. இக்கருவி 15 ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாக உருவாக்கப்பட்ட புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கியின் (field emission microscope) செம்மைப்படுத்தப்பட்ட வடிவமாகும். புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கியில் ஏறத்தாழ அரைக்கோள வடிவமுள்ள ஊசி முனைப் பொருளின் பிம்பம் 10 செ.மீ. தொலைவில் வைக்கப்பட்டிருந்த ஓர் ஒளிர் திரையில் உண்டாக்கப் பட்டது.  $10^\circ$  முதல்  $5 \times 10^\circ$  வோல்ட்/மீட்டர் வரையான அளவில் புலச் செறிவை உண்டாக்குகிற வகையில் ஓர் எதிர்மின் மின்னழுத்தத்தை ஊசி முனையில் செலுத்தினால், அதன் பரப்பைத் துளைத்துக் கொண்டு எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படும். அந்த எலெக்ட்ரான்களை ஆரத்திசையில் ஒளிர் திரையில் வீழ்த்தினால், ஊசி முனையின் பிம்பம் திரையில் தோன்றும். புல உமிழ்வு மின்னோட்ட அடர்த்தி, செயல் சார்பெண்ணைப் (work function) பெரிதும் சார்ந்திருப்பதன் காரணமாகப் புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கி பரப்பு ஒட்டுதலை (adsorption) ஆய்வு செய்வதற்கு மிகவும் ஏற்ற ஒரு கருவியாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. ஆனால் உலோகத்திலுள்ள பன்மை ஆற்றல் நிலை (degenerate) எலெக்ட்ரான்களின் பக்கவாட்டுத் திசைவேக ஆக்கக்கூறும் புல உமிழ்வு எலெக்ட்ரான்களின் டி பிராய் (De Broglie) அலைநீளமும் மிக அதிகமாயிருப்பதன் காரணமாகப் புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கியால் ஏற்குறைய 2 நானோமீட்டருக்குக் குறைவான இடைத்தொலைவுகளில் அமைந்த துகள்களைப் பிரித்துக் காட்ட முடிவதில்லை.

நேரின மின்னழுத்தத்திலுள்ள ஒரு முனையிலிருந்து உமிழப்பட்ட அயனிகளின் மூலம் பரப்பின் பிம்பத்தை உண்டாக்கினால் அணுப்பரிமாணங்களையும் பிரித்துக்

காண முடிகிறது. உமிழியின் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதன் மூலம் அந்த அயனிகளின் பக்கவாட்டுத் திசைவேக ஆக்கக்கூறைக் குறைக்கலாம். அயனிகளின் திறை அதிகமாயிருப்பதால் அவற்றின் டிபிராய் அலை நீளம் குறைவாயிருக்கிறது. 1941-ஆம் ஆண்டில் புல உட்கவர்வு நீக்கம் (field desorption) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் அயனிகளின் மூலம் பிம்பம் உண்டாக்க முடிந்தது. ஆனால் நுண் வழித்தகடு (microchannel plate) என்னும் திறன் மிக்க பிம்பச் செறிவூட்டுக் கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகே ஊசி முனைப் பரப்பிலிருந்து பரப்பொட்டிய பொருளின் ஒற்றையான ஓரணுப்படலத்தை ஆரத்திலே மாற்றத்தின் மூலம் தொலைவிலுள்ள திரையில் வீழ்த்திப் பிம்பத்தை உருவாக்க முடிந்தது. இவ்வாறு புல உட்கவர்வு நீக்க நுண்ணோக்கி அமைக்கப்படுவதும் இயலக்கூடியதாயிற்று.

1951ஆம் ஆண்டில் ஊசிமுனைப் பரப்பில் புல அயனியாக்கம் செய்யப்பட வேண்டிய வளிமத்தை இடையறாது வழங்கக்கூடிய எளிய உத்தி கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. வெற்றிடமாக்கப்பட்ட புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கிக் குழாயினுள் ஒரு பாஸ்கல் அழுத்தத்தில் ஹைட்ரஜன் அல்லது வேறு பிம்பமாக்கும் வளிமத்தைப் பின்புறமாகச் செலுத்தி திரப்புவதே இந்த உத்தியாகும். அடுத்த சில ஆண்டுகளில் புல அயனி நுண்ணோக்கி மேற்பரப்பு ஆய்வுக்கு ஏற்ற கருவியாக மேம்படுத்தப்பட்டது. மாதிரிப் பொருள் நீர்ம ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியத்தை நிரப்பியோ, வேறு வகையிலோ குளிரவைக்கக்கூடிய ஒரு தண்டின் முனையில் பொருத்துவதும், மாதிரிப் பொருளைத் தயார் செய்யப் புல ஆவியாக்கு (field evaporation) முறையைக் கையாளுவதும் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பிம்பமுண்டாக்கும் வளிமத்தை அயனியாக்கம் செய்யத் தேவையானதைவிடக் கூடுதல் வலிமையுள்ள மின்னழுத்தத்தைக் குறுகிய நேரத்துக்குச் செலுத்துவதன் மூலம் முனையில் மேடாக உள்ள பகுதிகளிலுள்ள புலம் உயர்ந்து அந்த மேட்டை ஆவியாக்கவிடச் செய்ய முடிகிறது. இதன் காரணமாக இறுதியில் மேடு பள்ளங்கள் ஏற்குறைய முழுமையாக நீக்கப்பட்ட, கருத்தியல் தன்மையான வடிவியல் அமைப்புக் கொண்ட ஓர் அரைக்கோளப்பரப்பு உண்டாகிறது. அத்தகைய பரப்பு மட்டுமே ஆரத்திசை வீழ்த்தல் தத்துவத்தின் மூலம் தக்க பிம்பம் உருவாக்கப் படுவதை உறுதி செய்ய முடியும். மேலும் அந்த முழுத்தூய்மையான பரப்பை ஆய்வு செய்தபின்னர் அல்லது ஒளிப்படம் எடுத்த பின்னர் ஆய்வாளர் அப்பரப்பிலிருந்து கட்டுப்பாடான முறையில் ஒற்றை அணுக்களையோ,

அணுப்படலங்களையோ நீக்கி மாதிரிப்பொருளின் உப்பகுதிகளை வெளிப்படுத்தி அவற்றை ஆய்வு செய்யவும், ஒளிப்படம் எடுக்கவும் முடியும். இதனால் பொருளின் உப்பகுதிகளின் பண்புகளையும் ஆய்வு செய்ய முடிகிறது.

ஆரத்திசை வீழ்த்து நுண்ணோக்கியின் உருப் பெருக்கம் பத்து லட்சத்திற்கும் மேற்பட்டது. ஊசி முனையிலிருந்து திரையிருக்கும் தொலைவு  $R$ , ஊசிமுனையின் ஆரம்  $r$  எனில் உருப்பெருக்கம்  $M = R/r$ . இங்கு  $\beta$  என்பது பிம்பச்சுருக்கக் காரணி (Image compression factor) எனப்படும். அது ஏறத்தாழ 1.5க்குச் சமம். அயனிகளை உமிழும் பொருள், தனித்து நிற்கும் கோளமாக இராமல் ஓர் ஊசிமுனையின் மேற்பரப்பாக இருப்பதால் பிம்பச்சுருக்கக் காரணியைக் கணக்கில் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. ஒரு நுண்ணோக்கியில் உருப் பெருக்கத்தை விடப் பிரிகை மிகவும் முதன்மையானது. பிரிகை (resolution) என்பது நொடிக்கு ஏறத்தாழ 1000 அயனிகள் என்னும் வீதத்தில் திரையில் விழுவதால் உண்டாகும் ஓர் அணுப்பிம்பத்தின் பொருள்பக்க விட்டமாகக் குறிக்கப்படுகிறது. மூலர், டிசாங் ஆகியோர் அதற்குப் பின்வரும் சமன்பாட்டை உருவாக்கியுள்ளனர்.

பிரிகை  $\delta =$

$$\delta_0 + (4h\beta)^{1/2}/(2KmeF)^{1/2} + 16\beta^2 rKT/KeF)^{1/2}$$

இதில்  $\delta_0$  என்பது பிம்பமுண்டாக்கும் வளிம அணுவின் விட்டம்;  $m$  என்பது அதன் நிறை;  $e$  என்பது அதன் மின்;  $K$  என்பது 4 - 8 மதிப்புள்ள ஒரு வடிவியல் புலக்காரணி (geometrical field factor) ஆகும். செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம்  $V$ , புலம்  $F$  எனில்  $F = V/Kr$  பிறைக் கோடுகளுக்குள் உள்ள முதல் கோவை விளிம்பு விலகல் வரம்பை விவரிக்கிறது. அது புறக்கணிக்கக் கூடிய அளவுக்குச் சிறியது. இரண்டாம் கோவை, அயனிகளின் வெப்பநிலை சார்ந்த பக்கவாட்டுத் திசைவேக ஆக்கக்கூறின் விளைவு ஆகும். ஹீலிய வளிமத்தைப் பயன்படுத்தித் தலைசிறந்த பிரிகையைப் பெறலாம். ஏனெனில் அதன் அயனியாக்கப் புலம் பெரும் அளவானது. மேலும் அது ஊசி முனையில் சிறும அளவு வெப்ப நிலையை உண்டாக்கவல்லது. நியான், ஆர்கான், ஹைட்ரஜன் ஆகியவை ஹீலியத்தை அடுத்துச் சிறந்தவை. ஹீலியத்திற்கு  $4.5 \times 10^{10}$  வோ/மீ, நியானுக்கு  $3.6 \times 10^{10}$  வோ/மீ,  $2 \times 10^{10}$  வோ/மீ ஆகியவை மாதிரி அயனியாக்கப் புல அளவுகளாகும். அணுக்கருவின் கூலும் சுவர்ச்சி, வெளியிலிருந்து செலுத்தப்படும் புலம், உலோகப்பரப்புக்கு அருகில் உள்ள பிம்ப விசையால்

வெளிப்புலத்தில் ஏற்படும் திருத்தம் ஆகியவற்றின் காரணமாக உருவான மின்னழுத்த மதிலின் (potential barrier) ஊடாகச் சிறும ஆற்றல் நிலையிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரான் துளைத்துக் கொண்டு வெளிப்படுவதற்கான நிகழ்வாய்ப்பைக் கொண்டு அயனியாக்கப் புலங்களைக் கணக்கிடலாம்.

பிம்பமுண்டாக்கும் வளிமத்தின் அயனியாக்கப் புலத்திலோ அதற்குக் குறைவான புலத்திலோ மாதிரிப் பொருள் புல ஆவியாக்கம் அடையாமலிருந்தால் மட்டுமே நிலையான பிம்பம் உண்டாகும். புலம் எதுவும் இராதபோது, 0 என்னும் செயல் சார்பெண் (work function) உள்ள ஓர் உலோகப் பரப்பிலிருந்து 1 என்னும் மொத்த அயனியாக்க ஆற்றலுள்ள  $n$  மடங்கு மின்னேற்றப்பட்ட அயனியை நீக்கத் தேவையான ஆற்றல்  $Q_0 = \lambda + I - n\theta$ . இதில்  $\lambda$  என்பது நடுநிலை அணுவின் பதங்கமாதல் ஆற்றல் (sublimation energy). ஒரு மின்புலத்தில் அயனி  $(-n^3e^3F)^{1/2}$  என்னும் உயரமுள்ள பழங்கொள்கைப்படியான ஷாட்கி (schottky) மின்னழுத்தச் சேணக் குழிவைச் (saddle) சந்திக்கிறது. எனவே அயனியை நீக்கத் தேவையான மொத்த ஆற்றல்  $Q = Q_0 - (n^3e^3F)^{1/2}$ .

ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் வெப்பக் கிளர்வின் மூலம் மின்னழுத்த மதில்  $K_E = (KT/h) \rightarrow e(-U/KT)$  என்னும் ஆவியாதல் வீதத்தில் தாண்டப்பட்டு விடுகிறது. இந்த எளிய பிம்பவிசைக் கொள்கை பல்வேறு உலோகங்களில் ஆய்வு மூலம் காணப்பட்ட ஆவியாதல் புலங்களை மிகச்சிறப்பாக விளக்கிவிடுவது வியப்புக்குரியதாகும். ஒரு நெளிந்த தலத்தில் உள்ள மேற்பரப்பு அணுவின் முனைவாக்கம், புறப்பரப்புக்குள் புலத்தின் ஊடுருவல், மின்னழுத்த மதிலின் மேல் முனையின் ஊடாக உயர் மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகள் துளையிட்டு வெளியேறல் போன்றவற்றைக் கொண்டு இக்கொள்கை மேலும் செம்மைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆனால் பெரும் விலக்குத்திறன் (refractory) கொண்ட உலோகங்களிலிருந்து 3 - 5 மடங்கு மின்னேற்றப்பட்ட அயனிகள் தோன்றுவதை இக்கொள்கையால் விளக்க முடியவில்லை. அது இரண்டு மடங்கு மின்னேற்றமடைந்த அயனிகள் மட்டுமே உண்டாக முடியும் எனக் கூறுகிறது.

ஹீலியத்தை ஏற்ற அளவில் அயனியாக்கம் செய்யத் தேவையான  $4.5 \times 10^{10}$  வோ/மீ, அளவுக்கு மேற்பட்ட ஆவியாக்கப் புலங்களை விலக்கத்திறன் கொண்ட உலோகங்கள் மட்டுமே பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட், காரீயம், செம்பு, தங்கம் போன்ற பல உலோகங்களின் பரப்புகளை நியான்,



ஹைட்ரஜன், ஆர்கான் ஆகிய வளிமங்களின் உதவியால் பிம்பப்படுத்தலாம். ஆனால் பிரிகை பெருமளவு குறைந்துவிடும். நிறை மிக்க அயனிகளுக்கு ஓர் ஒளிரும் திரையில் ஒளிர்வு தோற்றுவிக்கும் திறன் மிக்க குறைவாக உள்ளமையால் மிக மங்கலான நியான் பிம்பமாக்கத்தைப் பெறுவதே அருஞ்செயலாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் கடந்த சில ஆண்டுகளில் அயனிப் பிம்பத்தை எலெக்ட்ரான் பிம்பமாக மாற்றுகிற உததிகளும், ஆயிரம் மடங்கு செறிவுப் பெருக்கம் செய்யக்கூடிய நுண் வழித்தகடுகளும் புல அயனி நுண்ணோக்கிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவதால் இப்போது பிம்பமாக்கல் எளிதாகிவிட்டது. ஆர்கான், ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் உதவியால் அலுமினியம், பிஸ்மத் ஆகியவற்றின் பரப்புகளின் சிறப்பான பிம்பங்கள் கிடைத்துள்ள போதிலும் அவற்றின் குறைவான அயனியாக்கப் புலத்தின் காரணமாக மாதிரிப் பொருளின் மேற்பரப்பில் மாசு வளிம அணுக்கள் ஒட்டிக் கொண்டு விடுவதைத் தவிர்க்க முடிவதில்லை. இதனால் மேற்பரப்பின் அணு அமைப்பு மாறிவிடுகிறது அல்லது வேதியல் வினைகள் நிகழ்கின்றன. இதற்கு மாறாக ஹீலியம், நியான் ஆகியவற்றின் உதவியால் பிம்பமாக்கும் போது தீவிரமான வெற்றிடப் பின்னணி தேவைப் படுவதில்லை. அயனியாக்கப் புலங்களும் உறுதி மிக்கவையாக இருப்பதால் சாதாரண எச்ச வளிமங்கள் வெற்றிடத்தில் அயனியாக்கமடைந்துவிடுகின்றன. அவற்றின் அயனிகள் மாதிரிப் பரப்பை அடையாமல் அகற்றப்படவும் செய்கின்றன.

1967ஆம் ஆண்டில் அணு ஆய்வுப் (atomprobe) புல அயனி நுண்ணோக்கி உருவாக்கப்பட்ட பிறகு இத்துறைக்கு ஒரு புதிய பரிமாணம் உண்டாயிற்று. இதன் திரையில் ஓர் ஆய்வுத்துளை உள்ளது. மாதிரிப் பொருளின் முனையின் திசையை வெளியிலிருந்து மாற்றி வைப்பதற்கான வசதியும் உண்டு. இதன் மூலம் ஆய்வாளர் ஓர் ஒற்றை அணுவை அல்லது ஊசிமுனையின் ஒரு சிறு பகுதியைத் தேர்ந்தெடுத்து, நிறைமாலையின் உதவியால் அவற்றை இனம் காண முடியும்.

புலஅயனி நுண்ணோக்கியின் உதவியால் உயர் புலங்களின் மேற்பரப்புகளில் நிகழும் அணு நிலை நிகழ்வுகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள முடிந்திருக்கிறது. ஒற்றையான உலோக அணுக்களை ஆய்வுத் தளங்களில் படிய வைத்துப் பரப்பு இடப்பெயர்ச்சி, பிணைப்பு ஆற்றல், அணு திரளும்போது நிகழும் இடைவினை ஆகியவற்றை

அளவிட முடிகிறது. இந்த ஆய்வுகள் உலோகப் பரப்புகளில் ஏற்படுகிற அரிமானம், நொறுங்கல், உலோகக் கம்பு வினைவுகள் போன்ற நிகழ்வுகளை ஆய்வு செய்ய உதவுகின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்  
துணைநூல். K.M. Bokett, D.A. Smith, *Field Ionmicroscopy*, North Holland, Amsterdam, 1970.

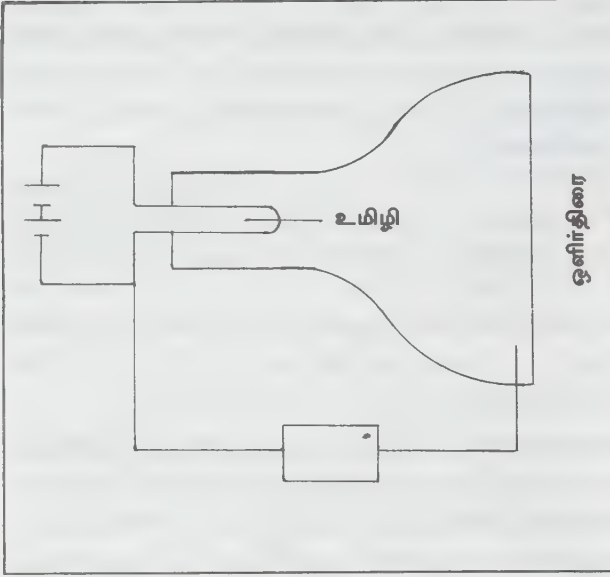
## புல உமிழ்வு

வலிமைமிக்க மின்புலத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் குளிர்ந்த கடத்தி அல்லது அரை கடத்தியிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றலாம். இதற்குப் புல உமிழ்வு (field emission) என்று பெயர். இது  $10^9 - 10^{10}$  வோல்ட்/மீட்டர் அளவிலான மின்புலத்தில் நிகழும். இதைப் பற்றி முதன் முதலாக 1897ஆம் ஆண்டில் வுட் என்பார் கருத்துரைத்தார். 1928 ஆம் ஆண்டில் ஃபெளலர், நார்டம் ஆகியோர் புல உமிழ்வு பற்றிய விளக்கத்தைக் குவாண்டம் எந்திரவியலின் அடிப்படையில் உருவாக்கினர்.

குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஓர் உலோகத்தில் நடைபெறும் புல உமிழ்வைக் காணலாம். இதற்குக் குறிப்பிட்ட உலோகத்தை அதன் ஃபெர்மி மட்ட அளவு வரை, எலெக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்பட்ட ஒரு மின்னழுத்தப் பெட்டியாகக் (potential box) கருதலாம். ஃபெர்மி மட்டம் என்பது அவ்வுலோகத்தின் ஆற்றல் - மட்ட (energy level) வரைபடத்தில் வெற்றிட மட்டத்திற்குக் கீழ் உள்ள நிலை ஆகும். இவ்விரு மட்டங்களுக்கு இடையே உள்ள தொலைவைப் பணிச் சார்பு (work function) என்பர்.

வெளிப்புலம் (external field) இராத நிலையில் உலோகத்திற்கு வெளியே இயங்கா நிலையில் உள்ள எலெக்ட்ரானின் மின்னழுத்த ஆற்றல் வெற்றிட மட்டம் (vacuum level) எனப்படுகிறது.

திறன் மிகு மின்புலம்  $F$  உள்ள நிலையில், உலோகத்திற்கு வெளியே உள்ள மின்னழுத்தம் வரைபடத்தில் AB கோடு அளவிற்கு விலகி ஒரு முக்கோண அரணை (barrier) உண்டாக்கும். இந்த அரண் வழியே எலெக்ட்ரான்கள் கடந்து செல்லும். ஃபெர்மி மட்டத்தைக் கூற்றியுள்ள அரண் மிக மெல்லியதாக இருக்கும். இம்மெல்லிய அரண் பகுதியிலிருந்தே பெரும்பான்மையான எலெக்ட்ரான்கள் உமிழப்படுகின்றன.



புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கி

உலோகத்தில் எலக்ட்ரான் பங்கீடு (electron distribution) வெப்பநிலையைப் பெரிதும் சார்ந்திராது. எனவே தனிச் சுழி, வெப்பநிலையிலும் உமிழ்வு நிகழும். மின்னோட்ட அடர்த்தி  $J$ -ஐ ஃபெளவ்லர்-நாட்ஹெய்ம் சமன்பாடு மூலம் குறிப்பிடலாம்.

$$J = BF^2 e^{-6.8 \times 10^7 \phi^{3/2} / F}$$

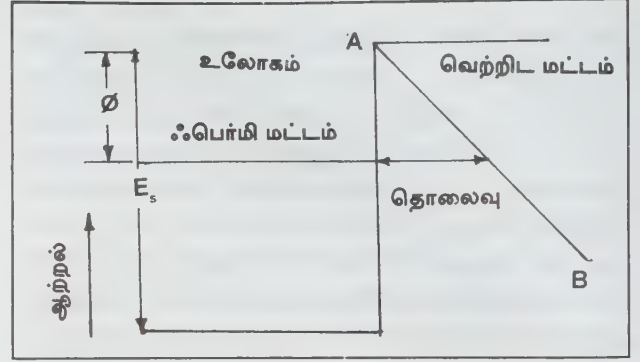
இதில்  $\phi$  - எலக்ட்ரான் வோல்ட்டில் பணிச்சார்பு

$F$  - வோல்ட்/செ.மீ. (V/cm) இல் மின்புலம்

$B$  = ஆம்பியர்/வோல்ட் ( $A/V^2$ )

பரிமாணங்கள் உடைய மின்புலம் சாரா மாறிலி.

1937ஆம் ஆண்டில் முல்லர் புல உமிழ்வு நுண்ணோக்கியை உருவாக்கினார். அதில் ஒரு மின் கடத்தும் கூரிய முனை ஓர் ஒளிர் திரையை நோக்கியவாறு அமைக்கப்பட்டிருந்தது (படம் 1.). கூர்முனைக்கும் ஒளிர் திரைக்கும் இடையில் 1 - 10 கி.வோ மின்னழுத்த வேறுபாடு நிறுவப்பட்டிருக்கும். இந்த அமைப்பில்  $10^5$  வரையான உருப்பெருக்கமும் 20 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு வரையான பிரிகையும் கிடைத்தன. இவ்வாறு சில வகை ஒற்றை அணுக்களைக் கூட இக்கருவியால் ஒளிப்படமெடுக்க முடிகிறது.



தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் உள்ள உலோகத்தில் உண்டாகும் புல உமிழ்விற்கான ஆற்றல் மட்டம்

புலஉமிழ்வு நுண்ணோக்கியின் உதவியால் பரப்பு ஒட்டுதல் (adsorption), பரப்பு ஒட்டிய பொருள்களின் (adsorbates) உட்கவர்ச்சி நீக்க வெப்பங்கள் (heat of desorption), செயல் சார்பெண்ணில் ஏற்படும் மாற்றம், விரவல் ஆற்றல் ஆகியவற்றை அளவிடலாம். சூடாக்கி ஆற வைக்கும்போது புல உமிழ்வு முனைகள் அரைக் கோள வடிவத்தை அடைகின்றன. அவற்றின் முகப்புகளில் பெரிய ஒற்றைப் படிகவியல் தளப்பரப்புகள் அமைகின்றன. அவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்களை ஒரு ஃபாரடே உருளையில் தடுத்துப் பிடிப்பதன் மூலம் அந்தத் தளங்களின் செயல் சார்பெண்களைக் கணக்கிட முடிகிறது. புல உமிழ்வான் எலக்ட்ரான்களின் மொத்த ஆற்றல் பரவீட்டை ஆராய்வதன் மூலம் உமிழ்பொருள் பட்டைக் கட்டமைப்பு, மேற்பரப்பு நிலை, பரப்பொட்டுப் பொருள்களின் ஆற்றல் மட்டங்களில் ஏற்படும் விரிவு, அதிர்வு ஆற்றல் நிலை போன்றவைப் பற்றிய பயனுள்ள தகவல்களைப் பெற முடிகிறது.

புல உமிழ்வு எதிர்மின்முனைகள் சிறிய பரிமாண முள்ளவையாக உள்ளமையாலும், உமிழ்மின்னோட்டத்தின் அடர்த்தி மிகுந்துள்ளமையாலும் அவை நுண்ணாய்வுப் பணிகளுக்கு உதவும் எலக்ட்ரான் மூலங்களாகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 5000 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுக்கும் குறைவான விட்டமுள்ள கற்றைகள் தேவைப்படும் பணிகளில் புல உமிழ்வு எதிர்மின் முனைகள், வெப்ப உமிழிகளைவிட மிகு மின்னோட்டத்தை அளிக்கின்றன. உயர் பிரிகை வரிக்கண்ணோட்ட ஆகர் நுண்ணோக்கி உயர் அடர்த்தி தகவல் பதிவு, எலக்ட்ரான் கற்றை மூலம் தொகுப்புச் சுற்றுகளை உற்பத்தி செய்தல் போன்ற பணிகளில் புல உமிழ்வுக் கருவிகள்



பயன்படுகின்றன. எக்ஸ் கதிர் உற்பத்தியில் ஒரு மைக்ரோ நொடிக்கும் குறைவான இடைநேரத் துடிப்புகளாகப் பெரும் வலிவுள்ள மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதற்குப் புல உமிழ்வு மூலம் தூண்டப்படுகிற வெற்றிட வில் (Vacuum arc) முறையொன்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. காண்க: எலெக்ட்ரான் உமிழ்வு

இரா. இந்து  
கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். K.M. Bokett, D.A. Smith, *Field Ion Microscopy*, North Holland, Amsterdam, 1970.

## புலங்கூட்டிய உமிழ்வு

காண்க: எலெக்ட்ரான் உமிழ்வு

## புலங்கள்

நிறையீர்ப்பு, காந்தத் தன்மை போன்ற ஏதாவது ஓர் இயற்பியல் காரணியின் ஆளுமைக்கு உட்பட்டிருக்கிற பகுதி புலம் (field) எனப்படுகிறது. புலங்களில் திசையன் புலம் (vector field), அளவெண் புலம் (scalar field) என இருவகையுண்டு. வெப்பநிலை அடர்த்தி, மின்னழுத்தம் போன்றவற்றின் பரவீடு அளவெண் புலத்திற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இத்தகைய புலங்களை வரிசையான பரப்புகளால் வரைபடமாகக் குறிப்பிட்டுக் காட்ட முடியும். சம வெப்பநிலைப் பரப்புகள் வெப்ப நிலையில் பரவீட்டைக் காட்டும். சம அடர்த்திப் பரப்புகள், சம அழுத்தப் பரப்புகள் ஆகியவை முறையே அடர்த்தி, மின்னழுத்தம் அல்லது காந்த அழுத்தம் ஆகியவற்றின் பரவீடுகளைக் குறிப்பிடுகின்றன. இத்தகைய ஒவ்வொரு பரப்பிலும் அளவெண் அளவு ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட, மாறிலியான எண் மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். இத்தகைய பரப்பு சமமட்டப் பரப்பு (level surfaces) எனப்படுகிறது. அது வழக்கமாக அளவெண் அளவுகளின் கூட்டுத் தொடர் (arithmetic progression) மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி வரையப்படுகிறது. இவை ஒன்றையொன்று வெட்டிக் கொள்வதில்லை.

ஒரு நீர்மம் அல்லது வளிமத்திலுள்ள திசைவேகப் பரவீடு, நிறையீர்ப்பு விசை, காந்தப்புலம் போன்றவை

திசையன் புலங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். இந்திகழ்வுகளில் திசையன் அளவின் எண் மதிப்பும் திசையும் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து ஒற்றை மதிப்புள்ள சார்பெண்கள் ஆகும். அவற்றை வளைகோடுகளால் வரைபடம் வரைந்து காட்டலாம். ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் அந்தக் கோடுகளின் திசை, திசையன் அளவின் திசையைக் குறிப்பிடும். ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியைச் சூழ்ந்த மிக நுண்ணிய செங்குத்துப் பரப்பின் வழியாகச் செல்லும் வளை கோடுகளின் எண்ணிக்கை அப்புள்ளியில் திசையன் அளவின் எண் மதிப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். பாய்ம இயக்கவியலில் இக்கோடுகள் பாய்வுக் கோடுகள் (lines of flow) எனவும், மின்னியல் மற்றும் காந்தவியலில் பாயக் கோடுகள் (lines of flux) அல்லது விசைக்கோடுகள் (lines of force) எனவும் குறிப்பிடப்படும். இவற்றில் எந்த ஒரு கோடும் மற்ற எந்தக் கோட்டையும் வெட்டாது.

புலத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் உள்ள திசையன் அல்லது அளவெண் அளவின் எண் மதிப்பையும் புலச் செறிவு (field intensity) என்பதுண்டு. அதைப் புலம் என்றே குறிப்பிடலாம். மின் விசை அல்லது காந்த விசை உணரப்படுகிற இடைவெளி மின்புலம் அல்லது காந்தப்புலம் எனப்படுகிறது. ஒரு புள்ளியில் ஓரலகு மின் அல்லது ஓரலகு காந்த முனையின் மேல்செயல்படும் விசையின் எண் மதிப்பைக் குறிக்கவும் இது பயன்படும்.

ஒரு புலம் என்பது ஓர் இயற்பியல் உரு (entity). அதன் காணக்கூடிய மதிப்புகள் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்தும் காலத்தைப் பொறுத்தும் மாறுபடவை. பல இயலக்கூடிய காட்சிப் பதிவுகளின் முடிவுகளை ஒரே புலத்தைத் தகுந்த ஆய்வுச் சார்பெண்களுடன் இணைப்பதன் மூலம் பெற முடியும். வெவ்வேறு இடப்பகுதிகளுக்கும், கால இடைவெளிகளுக்கும் ஏற்ற சார்பெண்களை இதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். புலம் என்பது உள்ளுறைந்து நிற்கிற மிகச் சிக்கலுள்ள சூழ்நிலையின் தோராயமான எதிர்பலிப்பாக இருக்கலாம். ஒரு திண்மத்தில் தோன்றும் திரிபுகளைக் குறிப்பிடுகிற இடப்பெயர்ச்சிப் புலங்களும், சிறிய ஆனால் வரையறுக்கப்பட்ட பகுதிகளில் உள்ள சராசரி மூலக்கூற்று இயக்க ஆற்றலைக் குறிப்பிடுகின்ற வெப்பநிலைப் புலங்களும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள். புலங்களுக்கு நேரான இயற்பியல் உருக்கள் செயல்களால் குறிப்பிடப்பட வேண்டும் எனக் குவாண்டம் இயங்கியலின் பொதுக் கொள்கைகள் விதிக்கின்றன. ஆயினும் இயற்பியலின் பல கிளைகளில் பழங்கொள்கைப்படி அமைந்த சமன்பாடுகள் பயனுள்ளவையாகவே இருக்கின்றன.

இரண்டு தனித்தனியான துகள்களுக்கிடையில் திகழும் இடைவினைகளைப் புலங்கள் செயல்படுத்தும். அத்தகைய துகள்கள் புலம் உண்டாக்கும் காரணிகளாகவும், புலம் உண்டான பின் அதனால் பாதிக்கப்படுபவையாகவும் கருதப்படுகின்றன. புலத்தை உண்டாக்குகிற பொருளில் புலத்தால் உண்டாகிற விளைவுகளிலிருந்து சில சிக்கல்கள் எழுகின்றன. புலம் அடங்கியுள்ள பகுதிக்கு ஏற்ற இயல்பு வகைகளில் (normal modes) புலத்தை விரிவுபடுத்துவது பயன்தரக்கூடியதாகும். இயல்பு வகைகள் ஒன்றோடொன்று இடைவினை செய்கிறவையாக இல்லாதபோது புலம் தன்னிச்சையானதாகச் சொல்லப்படும். தன்னிச்சையான புலங்களின் இயக்கத்தை ஆள்கின்ற முதன்மை வாய்ந்த சமன்பாடுகள் அலை வகையைச் சேர்ந்தவை. ஆனால் வெப்ப நிலைப்புலமும், சார்பியல் தன்மையற்ற துகளின் நிகழ்வாய்ப்பு வீச்சும், பரவளைய வகைச் சமன்பாடுகளுக்குப் பொருந்துகின்றன.

பெரும் நெடுக்கப் புலங்கள் மிகவும் அடிப்படையானவை. மின் காந்தப்புலம் மாக்ஸ்வெல்லினால் விவரிக்கப்பட்டது. அது ஒரு வெற்றிடத்தில் மின் இயங்குவதையும், ஒளி பரவுவதையும் ஆள்கிறது. அதற்கு ஆறு ஆக்கக்கூறுகள் உள்ளன. அவற்றை லாரன்ட்ஸ் குழுவைச் சேர்ந்த, மின்புலம், காந்தப்புலம் ஆகிய இரண்டையுமே குறிப்பிடுகிற ஒரு தளமற்ற சமச்சீர்மையுள்ள (skew symmetric) பண்பனாக (tensor) வகைப்படுத்தலாம். அவை நான்கு அழுத்தப் புலங்களால் (potential fields) வரையறுக்கப்படுகின்றன. இந்த அழுத்தப்புலங்களைப் பதிவிட முடியாது. எனவே பண்புசார் மாற்றங்களின் (gauge transformation) மூலம் அவற்றைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றிக் கொள்ளலாம். இந்த அழுத்தங்கள் மின், மின்னோட்ட அடர்த்தி ஆகியவற்றிலிருந்து தோன்றுபவை. மின்னும் மின்னோட்ட அடர்த்தியும் கூழ்ந்த, இடப் பெயர்ச்சி, சீரான இயக்கம் ஆகியவற்றால் மாறுகின்ற விதத்திலேயே இம்மின்னழுத்தங்களும் மாறுகின்றன.

நிறையீர்ப்பு என்பது அடுத்துப் பெரும் நெடுக்கமுள்ள புலமாகும். சிறுமத் தொலைவு வளைகோடுகளில் (geodesic curves) இயங்கும் துகள்களின் இயக்கத்தை இது வரையறுக்கிறது. அடிப்படைத் துகள்களைக் குறிப்பிடும் புலங்கள் குவாண்டமாக்கப்பட்டவை. அதாவது அவை செயலிப்புலங்கள். லாரன்ட்ஸ் மாறாமைத் (Lorentz Invariance) தத்துவம் அவை முழு எண் தற்சுழற்சிகளுக்கு

இடமொத்த பிரிகைகளில் பரிமாற்றம் அடையுமெனவும், அரை எண் தற்சுழற்சிகளுக்கு எதிர்ப்பரிமாற்றம் அடையுமெனவும் குறிப்பிடுகிறது. மேலும் ஒவ்வொரு துகளுக்கும் ஓர் எதிர்த்துகள் இருக்க வேண்டுமெனவும் கூறுகிறது. புலங்களின் காலம் சார்ந்த மாற்றத்தைப் புலச் சமன்பாடுகளால் விவரிக்கலாம்.

கே. என். ராமச்சந்திரன்  
துணைநூல். Feynman, Leighton and  
Sands, *Feynman Lectures in Physics*, Vol. 2,  
Addison Wesley, Reading, Mass. USA, 1963.

## புலக்கொள்கை

இது தொடர்பு இயற்பியல் (Continuum physics) அல்லது தொடர்பு இயங்கியல் (Continuum mechanics) எனப்படும். பருப்பொருளின் துகள் தன்மையைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய தேவையற்ற சூழ்நிலைகளில் பருப்பொருள், ஆற்றல் ஆகியவற்றின் பரவீட்டைப் பற்றிப் பயிற்சிவது பழம்புலக் கொள்கை (classical field theory) ஆகும். துகள்களின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாக இருக்கும்போது பொதுவாக இத்தகைய சூழ்நிலை ஏற்படும். பாய்மம், வெப்பம், ஏனைய ஆற்றல், மின்காந்த ஒட்டம் மற்றும் அலை ஆகியவை இவ்வகையானவை. திண்மங்களின் மீள் தன்மையுள்ள மற்றும் மீள் தன்மையற்ற உருக்குலைவுகளைப் பற்றிய பேரளவுக் கொள்கையும் இதில் அடங்கும். இவ்வாறு, பொருள்களின் வலிமை, பாய்மவியல், வெப்பப் பரவல், காற்றியக்கவியல் போன்ற பெரும்பாலான பயனுறு இயற்பியல் துறைகள் இதில் இடம்பெறுகின்றன.

இக்கொள்கைகளில் அளவிடப்படுகிற அளவுகளான நிறை, ஆற்றல் அடர்த்தி, பாய்மத் திசைவேகம், ஒரு பருப்பொருள் ஊடகத்தில் மின்புல வலிமை போன்றவற்றைப் பல நுண்ணளவு மாறிகளில் தல அளவிலான சராசரிகளாகக் கொள்ளலாம். பல சமயங்களில் பேரளவுக் கண்ணோட்டத்தில் பெரியவையாகவும் உள்ள இடவெளியிலும், நேர இடவெளியிலும் நிகழும் நுண்ணிய இயக்கங்களைத் தக்க முறையில் சராசரியாக்குவதன் மூலம் பேரளவுப் புலச் சமன்பாடுகளைப் பெற முடிகிறது. கணிதத் தன்மையில் புலக் கொள்கை என்பது இருப்பிடம், காலம் ஆகியவற்றைப் பற்றிய பகுதி வகைக்கெழுக்களை (partial derivative) உடைய சமன்பாடுகளைக் கொண்டது. இந்தச்



சமன்பாடுகள் ஆற்றல், நேர்போக்கு உந்தம், கோண உந்தம் ஆகியவற்றின் மாறாமையைக் குறிப்பிடுவனவாயும், குறிப்பிட்ட புல வகையின் வடிவியல் பண்புகளை விவரிப்பனவாயும் இருக்கலாம்.

பொதுச் சமன்பாடுகளுடன் அமைப்பாக்கச் சமன்பாடுகள் (constitutive equations) என்பனவற்றையும் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இவை ஏதாவது ஒரு வகையில் புல மாறிகளைக் கட்டுப்படுத்திக் கருத்தியல் தன்மையான பொருள்களை வரையறுக்கின்றன. சில பாய்மங்களுக்குப் பாகியல் தன்மை அல்லது சுருங்கும் தன்மை இல்லை எனவோ, கருத்தியல் வளிமம் என ஒன்று இருப்பதாகவோ, காந்தத் தயக்கம் பெறாத காந்தப் பொருள்கள் உள்ளனவாகவோ செய்து கொள்ளப்படுகிற கற்பிதங்களை இவற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

சமன்பாடுகள் நேர்போக்கற்றவையாக இருப்பதன் காரணமாகவே தொடர்பு இயற்பியலின் பல கணிதவியல் சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன. எளிதாகக் கையாளக்கூடிய நேர்போக்குச் சமன்பாடுகளைப் பெறுவதற்கு, அமைப்பு ஏறத்தாழ ஓர் எளிய வகையான இயக்கத்தையே பெற்றிருப்பதாகவும் அதிலிருந்து மிகச்சிறிய அளவிலேயே முரண்படுவதாகவும் கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்படுகிறது.

நிறையீர்ப்புப் புலக்கொள்கையும், ஒருமைப்பட்ட புலக்கொள்கையும் தொடர்பு இயற்பியலின் ஒரு பகுதியாகக் கருதப்படுதில்லை. ஏனெனில் அவற்றின் இறுதி இலக்கு, அடிப்படைத் துகள்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றி ஆய்வு செய்வதாகும். அவை தற்போது குவாண்டம் கொள்கையின் ஒரு பகுதியாகவும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவதில்லை. குவாண்டம் புலக்கொள்கைகள் பொருளின் அலை, துகள் என்னும் இரட்டைப் பண்பு காரணமாக உருவாக்கப்பட்டவை.

ஏதாவது ஓர் இடப் பரப்பில் கூடியுள்ள மெய்யான மதிப்புக் கொண்ட சார்பெண்களால் தரப்படுகிற, அளவிடக்கூடிய இயற்பியல் பண்புகளை உடைய அமைப்புகளைப் பழங்கொள்கை விவரிக்கிறது. இத்தகைய சார்பெண்கள் புலங்கள் எனப்படும். பழம்புலக் கொள்கையில் கவனிக்கப்படுகிற ஒவ்வோர் அமைப்புக்குமான புலங்களின் கணம் நேரப் பரிமாணத்தின் அணிக்கோவை விதிகளின் (deterministic rules) ஆளுகைக்கு உட்பட்டது. பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் அவற்றின் உதவியால்  $t_0$  அ.க.13-45

என்னும் எந்த நேரத்திலும் எந்த ஒரு புலத்தின் மதிப்பையும், அனைத்துப் புலங்களின் மதிப்புகளிலிருந்தும்  $t_0 < t_1$  என்னும் நேரத்தில் கால வகைக்கெழுக்களின் (time derivatives) ஒரு போதுமான கணத்திலிருந்தும் பெறமுடியும். மிகச் சிக்கலான அமைப்புகளில்  $t_0$ க்கு ( $t_0 < t_1$ ) முற்பட்ட கால இடைவெளியிலுள்ள அனைத்துப் புலங்களின் மதிப்புகளிலிருந்து, எந்த ஒரு புலத்தின் மதிப்பையும் பெற்றுவிடலாம்.

பழங்கொள்கைப் புலங்கள் கட்டமைப்புப் பற்றிய வையாகவோ நிகழ்வுகளைப் பற்றியவையாகவோ இருக்கலாம். ஒரு கட்டமைப்புப் பற்றிய புலம் ஓர் அமைப்பின் உண்மையான நுண்ணளவு வடிவத்தை முழுமையாகக் குறிப்பிடுகிறது. இதற்கு மாறாக நிகழ்வு பற்றிய புலம் அமைப்பின் நுண்ணளவு வடிவத்துடன் ஏதோ ஒரு வகையில் மறைமுகமாகத் தொடர்பு கொண்ட ஒரு பேரளவுப் பண்பையே குறிப்பிடும். பழம்புலக் கொள்கையை, குறிப்பாகக் கட்டமைப்புப் பற்றிய புலங்களைக் கொண்ட பழம் மின்னியக்கவியல், நிறையீர்ப்பின் பொதுச் சார்பியல் கொள்கை என இரண்டு கிளைகளாகவும், நிகழ்ச்சி பற்றிய புலங்களைப் பற்றி முதன்மையாகக் கவனிக்கும் தொடர் ஊடகங்களின் எந்திரவியல் என்னும் மூன்றாம் கிளையாகவும் பிரிக்கலாம். மின்னியக்கவியலின் மின்காந்தப்புலம் கட்டமைப்புப் புலத்திற்கான சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. தொடர்பு எந்திரவியலின் திசைவேகப்புலத்தை நிகழ்ச்சிப் புலத்திற்கான எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். அந்தத் திசைவேகப் புலத்தை உண்மையான நுண்ணளவுத்துகள் திசைவேகத்தின் தல அளவிலான சராசரியாக விளக்கலாம்.

பழம்புலக் கொள்கையின் பெரும்பாலான கிளைகளில் புலம், ஆற்றல், உந்தம் ஆகியவற்றின் தல அளவிலான அடர்த்தியையும் பாய்வையும் சுமந்து செல்லுகிற ஓர் இயல்பான முறையை இனம் காண முடியும். இந்த அளவுகளை இணைத்து ஆற்றல் உந்த பண்பனை (tensor) உருவாக்கலாம்.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். L.D. Landau, E.M. Lifshitz, *The Classical Theory of Fields*, Pergamon and Addison-wesley, Reading, Mass, 1971.

இந்தியப் புலியின் தோற்றப் பொலிவு சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. இது வலிமையிலும், கம்பீரத்திலும் ஏறக்குறையச் சிங்கத்திற்கு இணையாகத் திகழ்கிறது. இதன் முதுகுப் பக்கத்தில் ஆழ் சிவப்பு அல்லது நெருப்புப் போன்ற மஞ்சள் கலந்த ஆரஞ்சு நிறமும் வயிற்றுப் பகுதியிலும் கீழ்ப் பகுதியிலும் வெளிர் நிறமும் காணப்படுகின்றன. உடலின் நடுப்பகுதியில் முதுகிலிருந்து பக்கவாட்டில் கருமைநிறக் கோடுகள் செங்குத்தாகக் கீழிறங்கியும் பக்கங்களில் வளைந்தும் பிரிந்தும் செல்கின்றன. கண்களின் மேல்பகுதி வெண்மையாகவும் இடைப்பகுதி கலப்பற்ற சிவப்பு நிறத்திலும் உள்ளன.

சில சமயம் காடுகளில் செல்லும் மாடு மேய்ப்போர், பெண்கள், குழந்தைகளையும் இரையாக்கிக்





கொள்வதுண்டு. ஆனால் புலி பொதுவாக மனிதர்களை வேட்டையாடுவதில்லை. புலி தன் இரையின் அருகில் பதுங்கிச் சென்று திடீரெனப் பாய்ந்து தாக்கிக் கொல்லும். தன் முன்கால் பாதத்தால் அறைந்தோ கழுத்தைக் கடித்தோ இரையை வீழ்த்திவிடும். இரையை நெடுந்தொலைவு ஓடிவிரட்டிச் செல்லும் தன்மை கிடையாது. ஒரு நாளைக்கு ஏறத்தாழ 25 கி.கி. இறைச்சி  $1\frac{1}{2}$  -  $2\frac{1}{2}$  மணி நேரத்திற்குள் உண்ணும். எஞ்சிய உணவைக் கழுகு போன்றவை உண்டுவிடாதவாறு பாரையின் சந்துகளிலும், மறைவிடங்களிலும் மறைத்து வைத்திருந்து பசித்தபோது மீண்டும் எடுத்துப் புசிக்கும். புலியின் நகங்கள் உள்ளிழுத்துக் கொள்ளும் வசதியுடன் அமைந்துள்ளன. இரையைத் தாக்கி அடித்துக் கொன்று கிழித்துக் குதறுவதற்கு இந்நகங்கள் பயன்படுகின்றன. மற்ற நேரங்களில் பாதங்களினுள் இழுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன. தன்னை விடப் பன்மடங்கு எடையுள்ள விலங்குகளைக் கூடக் கவ்வி எடுத்துச் செல்லும் திறமையும் உடையது. வேகத்தைக் குறைக்காமல் 2 மீ. உயரத்தையும், 6 மீ. பள்ளத்தையும் கடந்து செல்லும் ஆற்றல் படைத்தது. தேவைப்படும் சமயங்களில் வீட்டுப் பூனையைப் போல் மரங்களில் தாவி ஏறுவதுமுண்டு.

அச்சுறுத்தல், பசி, கலவியுணர்வு போன்ற பலவித உணர்ச்சிகளை வெளிக்காட்டப் பலவித ஒலிகளை எழுப்பும். கலவியில் (mating) ஈடுபடுமுன் பெருத்த ஒலியுடன் உறுமியும் துள்ளி விளையாடியும் தன் துணையுடன் ஊடல் புரியும். கலவியில் ஈடுபடும் ஆண் பெண் புலிகள் சேர்ந்தே திரிகின்றன. ஒரே நாளில் பல முறை கலவியில் ஈடுபடும். கலவி நேரம் ஏறத்தாழ 15 - 20 நொடிகளாகும். கருக்காலம் (gestation) 15 - 16 வாரங்களாகும். 2 - 3 குட்டிகளைப் புலி ஈனுகிறது. அவற்றுள் பொதுவாக 2 குட்டிகளே நிலைத்து வாழும். தந்தை, குட்டிகள் பிறக்கும் முன்னரே தாயிடமிருந்து பிரிந்து சென்று விடுகிறது. குட்டிகளைக் காக்கும் பொறுப்பைத் தாய்ப்புலியே ஏற்கிறது. குகைகளிலும், பாரையிடுக்குகளிலும் குட்டிகளை வளர்க்கிறது. ஏறத்தாழ 6 வார காலம் தாய்ப் புலி பாலுட்டியும் பிறகு இறைச்சியினை ஊட்டியும் வளர்க்கிறது. ஆறு மாதங்களுக்குப் பிறகு இரைகளைப் பிடிக்கக் கற்றுத் தருகிறது. ஓராண்டிற்குப் பிறகு மான், பன்றி போன்ற விலங்குகளைப் பிடிக்கவும்

அதற்குப் போதிய வலிமை பெற்ற பின்பு வலிமைக்கேற்ற விலங்குகளை வேட்டையாடவும் திறனடைகிறது. ஏறத்தாழ 2 ஆண்டுகள் தாயுடனேயே குட்டிகள் சுற்றித் திரிகின்றன. 2 - 3 வயதில் கூட முழு வளர்ச்சியடைகின்றன. புலியின் வாழ் காலம் 15 - 30 ஆண்டுகள், புலியினத்தில் வெள்ளைப் புலிகளும், கரும்புலிகளும் உண்டு. இவை மிகவும் அரிதானவை. மரபியல் பிழையால் இவ்வாறு தோன்றுகின்றன.

சொ. அருணாசலம்

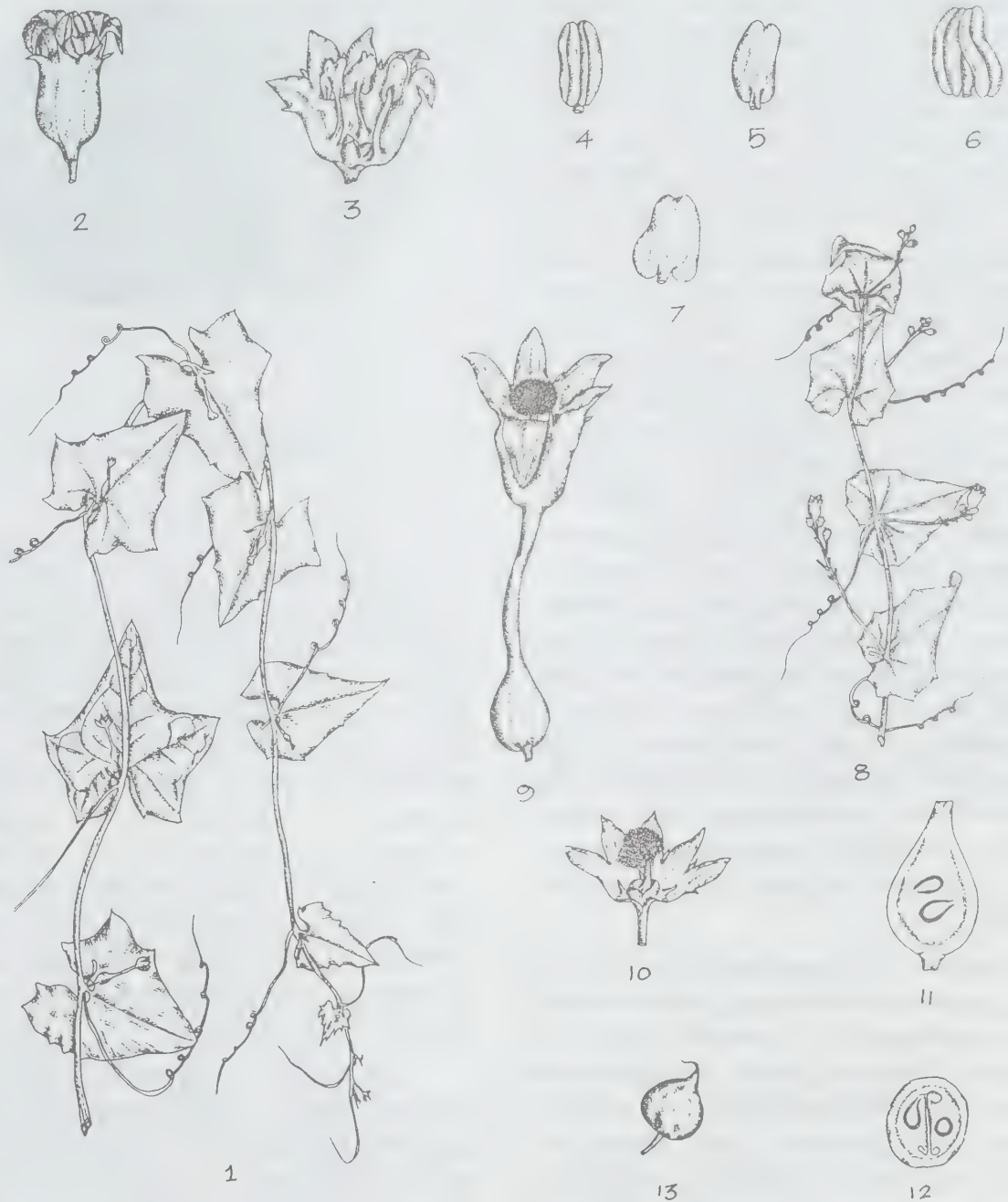
## புலிவஞ்சி

இதன் தாவரப் பெயர் மொலோத்ரியா ஹெட்ரோஃபில்லா (Melothria heterophylla) என்பதாகும். சேநெரியா ஆம்பெல்லேட்டா (Zehneria umbellata), பிரையோனியா ஆம்பெல்லேட்டா (Bryonia umbellata) என்பவை இதன் இணைதாவரப் பெயர்கள். குக்கர்பிட்டேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது இந்தியாவில் சமவெளியிலும் மலைப் பகுதியில் 2000 மீ. வரையிலும் காணப்படும். மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை, கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் இது வளர்கிறது.

**வளரியல்பு.** ஏறுகொடியான இதற்குக் கிழங்குண்டு. பல உருவங்கள் கொண்ட இலைகள் சற்றே தோல் போன்றவை. முட்டை, வட்டம், நீள்சதுரம் அல்லது குறுகிய குத்துவாள் வடிவானவை. இலையோரம் முழுமையாகவோ, கதுப்புக்களுடனோ, அரிதாகப் பற்களுடனோ இருக்கும். சிறிய, மஞ்சள் நிறப் பூக்கள் உள்ளன. ஆண் மஞ்சரி பலவாறாகக் கொத்தாக இருக்கும். பெண் பூக்கள் தனித்தனியானவை. நீள்சதுரக் கனியில் பல வட்ட, பழுப்பு நிற, வழுவழப்பான பெரிய விதைகளிருக்கும்.

**பயன்.** இதன் வேர், இலை, கனிகளை உண்ணலாம். வேரும் விதையும் பேதியை உண்டாக்கும். மேகவெட்டை போன்ற நோய்களைப் போக்கும். விந்து வெளியாவதைத் தடுக்கப் பாலில் வேர்ச்சாற்றையும் சர்க்கரை, சீரகம் ஆகியவற்றையும் கலந்து தரலாம். சேரன் கொட்டைப் பாலால் உண்டாகிய வீக்கத்தின் மீது இலைச் சாற்றை தடவ அப்பகுதி விரைவில் குணமாகும்.





1. கொப்பு  
2, 3. பூ  
4-7. மகரந்தப் பைகள்  
8. கொப்பு  
9. பூ  
10. சூலகம் இடைத்தண்டுடன் கூடிய அல்லி இதழ்  
11. மலட்டு மலரிழைகள்  
12. சூலகம்  
13. சதைக்கனி

## ஃபுலோகோபைட்

இது அபிரகக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கனிமம் ஆகும். பரவலாகக் காணப்படும் மஸ்க்கோவைட், பயோடைட் எனும் இரண்டு அபிரகக் கனிமங்களில் ஃபுலோகோபைட், பயோடைட் எனும் கறுப்பு அபிரகத்தைப் பெரும்பாலும் ஒத்திருக்கிறது. ஃபுலோகோபைட் கனிமம் நீர் கலந்த பொட்டாசியம் மெக்னீசியம் அலுமினோ சிலிக்கேட்டால் ( $\text{KMg}_3(\text{FOH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ ) ஆனது. இதில் இரும்பு கூடுமாயின் அதுவே பயோடைட் ஆகும்.

ஃபுலோகோபைட் கனிமத்தின் படிகங்கள் ஒருசாய் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இப்படிகங்கள் குத்து அச்ச வாட்டத்தில் நீளமான பட்டகங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பட்டகங்களின் நுனிப்பகுதிகள் சற்றே குறுகியன. ஃபுலோகோபைட் கனிமம் செதில்களாகவும் பட்டைகளாகவும் பெரிதாகக் கிடைக்கிறது. ஃபுலோகோபைட் உறுதியான வளையக்கூடிய தகடாகவும் உள்ளது. இக்கனிமத்தில் (001) இணையான கனிமப்பிளவு மிகத் தெளிவாக இருக்கும். இதனால் இக்கனிமத்தை எளிதில் மிகவும் மெல்லிய தகடுகளாகப் பிரிக்க முடிகிறது. இக்கனிமத்தில் முத்து மிளிர்வு காணப்படும். கனிமப்பிளவு தளத்தில் குறை உலோக மிளிர்வு விளங்கும். இதன் கடினத்தன்மை 2.5 - 3.0 ஆகும். அடர்த்தி 2.78 - 2.85. இக்கனிமம் மஞ்சள் கலந்த சருகு நிறத்திலும் இளம் பழுப்பு நிறம், பச்சை வெண்மை, சிவந்த, சருகு நிறம் மற்றும் நிறமற்றதாயும் காணப்படுகிறது. இது பொதுவாகக் செம்புப் போன்ற நிறத்துடனேயே பெரிதும் கிடைக்கிறது. இதன் மெல்லிய தகடுகள் ஒளிபுகுந்தன்மை உடையவை. இதில் ஊடுருவல் ஒளியில் கதிர்வம் காணப்படும்.

ஃபுலோகோபைட் பொதுவாக அதிர்வுதிசை நிறமாற்றம் உடையது. Z-திசையில் சிவப்பு கலந்த சருகு நிறம், Y-திசையில் மஞ்சள் கலந்த சருகு நிறம், X திசையில் பச்சை நிறம் காணப்படும். இக்கனிமம் இரண்டு ஒளி அச்சுகளை உடையது. இதில் ஒளி அச்சுகள் (010) படிகத்தளத்திற்கு இணையாக அமைந்துள்ளன. ஒளி அச்சுகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணம்  $0^\circ$  முதல்  $50^\circ$  வரை இருக்கும். இந்த ஒளி அச்சக்கோணம், கனிமத்திலுள்ள இரும்பின் அளவைப் பொறுத்து மாறுபடுவதாகக் கருதுகின்றனர். ஃபுலோகோபைட்டின் ஒளிவிலகல் எண்கள் 1.541 - 1.606 இருக்கும். இக்கனிமத்தில் ஒளி பிரிதல் சிவப்பு ஒளியில் உள்ளதைவிட ஊதா ஒளியில் மிகுந்து இருக்கும்.



ஃபுலோகோபைட்டின் அமைப்பு

ஃபுலோகோபைட் படிக - சுண்ணப்பாறை, டோலோமைட் முதலான மாற்றுருப்பாறைகளில் பெரிதும் காணப்படுகிறது. பாறைகளின் உருமாற்றத்தால் தோன்றும் இக்கனிமம் சர்ப்பனைடைன் பாறையிலும் உள்ளது. இது அரிதாக அனற் பாறைகளில் மெக்னீசியம் மிகுந்தும், இரும்பு குறைந்தும் உள்ளவற்றில் காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் சலவைக்கல், பெரிடோமைட், சில பெக்மடைட்டுகளிலும் சிறந்த படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இது பைராக்சின், ஆம்ஃபிபோல், சர்ப்பனைடைன் ஆகிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்து விளங்குகிறது. உலகிலேயே மிகப் பெரிய புலோகோபைட் படிகம் அண்டாரி யோவிலுள்ள லாசி சுரங்கத்திலுள்ள பெக்மடைட்டிலிருந்து கிடைக்கிறது. அது 90 டன் எடையும், (33அடி) 9.9 நீளமும் 5.2 அகலமும் இருந்தது.

புலோகோபைட் ருமேனியா, சுவீட்சர்லாந்து, இத்தாலி, பின்லாந்து, ஸ்வீடன், ஸ்லோவாக்கா, மடகாஸ்கர், அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் கிடைக்கிறது. தீப்போன்ற நிறம் எனப் பொருள்படும் (phlogopos) கிரேக்கச் சொல்லிருந்து புலோகோபைட்டு எனும் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

இல. வைத்திலிங்கம்



## புவி

சூரிய மண்டலத்தில் மூன்றாம் கோளாகச் சுற்றி வரும் புவியில் மனிதர்களும் உயிரினங்களும் வாழ்கின்றன. இது சூரிய மண்டலத்தில் அளவில் ஐந்தாம் பெரிய கோளமாகத் திகழ்கிறது. புவியில் மட்டுமே உயிரினங்கள் வாழக்கூடிய சூழல் காணப்படுகிறது.

புவி பந்தைப் போன்று ஒரு சீரான கோளவடிவில் இருப்பதாகப் பலர் கருதுவர். ஆனால் அது சிறிதளவு துருவப் பகுதிகளில் உட்குவிந்தும் தட்டையாகவும் ஏறத்தாழ ஆரஞ்சுப் பழத்தினை ஒத்துள்ளது. புவியினைச் சுற்றி போர்வை போல் வளிமங்கள் சூழ்ந்துள்ளன. அதனை வளிமண்டலம் (atmosphere) என்பர். இது சூரியனின் புறஊதாக் கதிர்களினால் உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு ஏற்படாத வண்ணம் புவியினைச் சுற்று அரணாகத் திகழ்கிறது.

புவியின் முப்பது விழுக்காடு நிலப்பரப்பாகவும் எழுபது விழுக்காடு கடல்பரப்பாகவும் காணப்படுகிறது. இந்திலப்பரப்பில் தான் ஏழு கண்டங்களும் ஆயிரக் கணக்கான சின்னஞ்சிறு தீவுகளும் காணப்படுகின்றன.

புவியின் மேல் மற்றும் அடிப்பகுதியினைத் துருவங்கள் (pole) என்பர். புவியின் இரு துருவங்களுக்கு இடையேயுள்ள பகுதியினை நிலநடுக்கோடு (equator) வட மற்றும் தென் அரைக் கோளங்களாகப் பிரிக்கின்றது.



புவியின் அமைப்பு

புவியின் துருவ விட்டம் : 12,714 கி.மீ.

நிலநடுக்கோட்டின் விட்டம் : 12,756 கி.மீ.

துருவத்தின் வழி சுற்றளவு : 40,000 கி.மீ.

நிலநடுக்கோட்டு வழி

சுற்றளவு : 40,087 கி.மீ.

புவியின் வயது : 4½ பில்லியன் ஆண்டுகள்

எடை : 5.96 x 10<sup>24</sup> கி.கி.

புவியின் மொத்த பரப்பளவு : 510,100,100 ச.கி.மீ.

நீர்ப் பரப்பளவு : 361,600,000 ச.கி.மீ.

நிலப் பரப்பளவு : 148,300,000 ச.கி.மீ.

சூரியனுக்கும் புவிக்கும்,

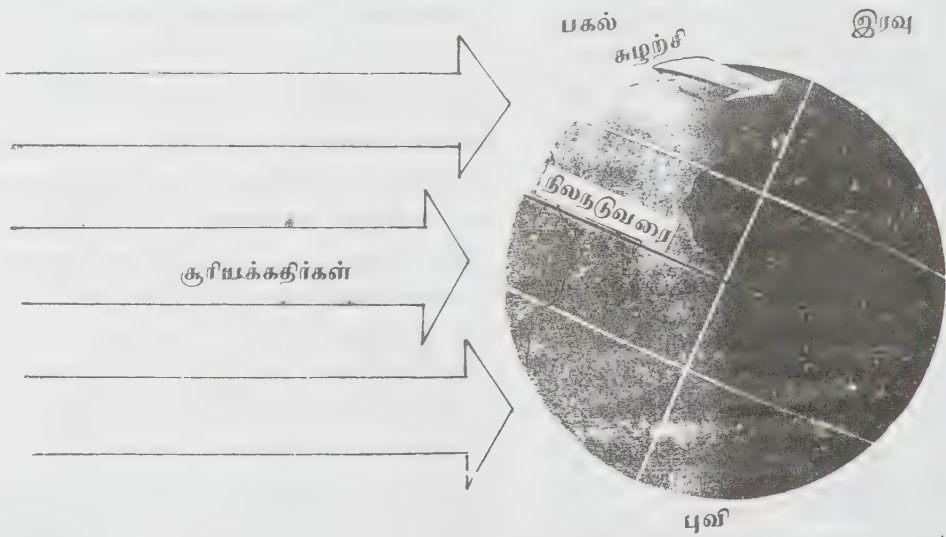
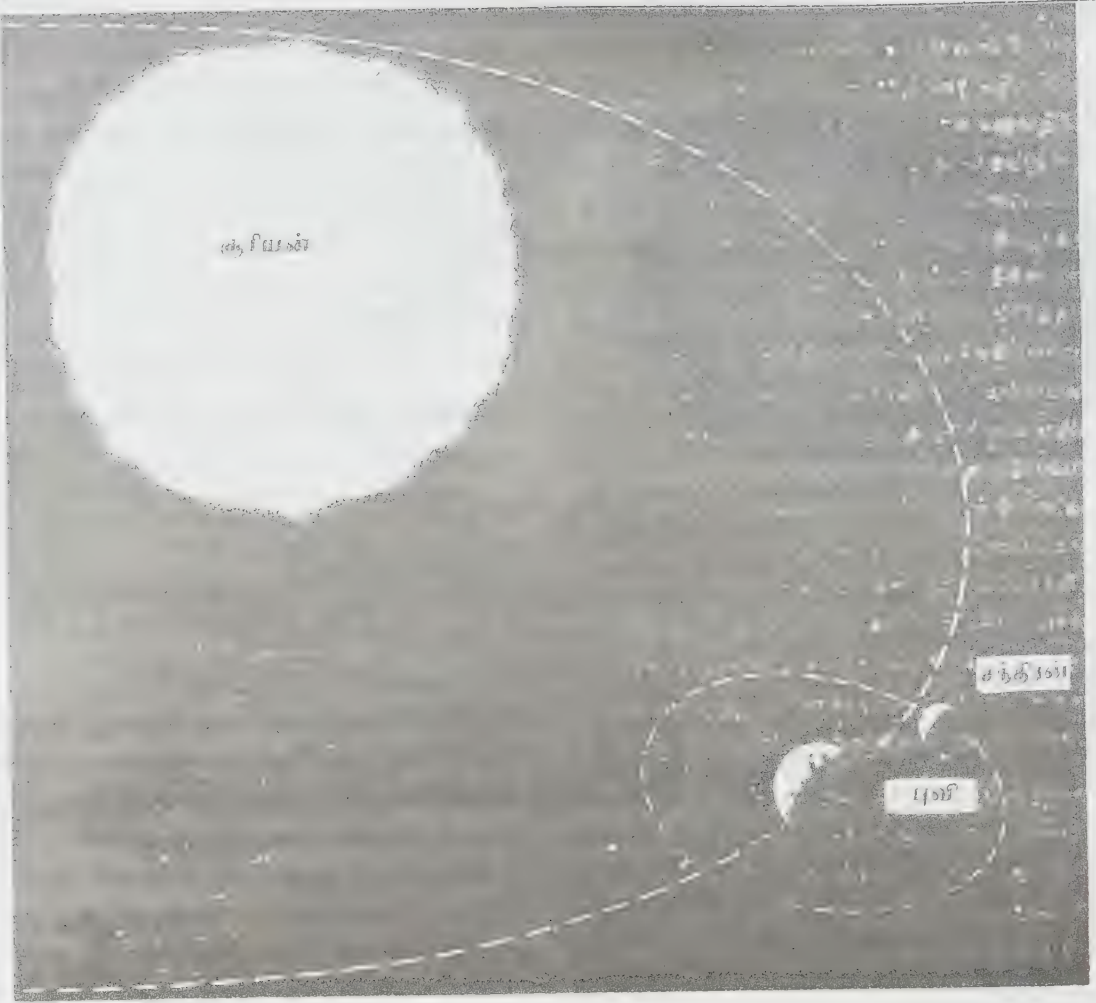
இடையே உள்ள தொலைவு : 150 பில்லியன் கி.மீ.

புவியின் மேற்பரப்பை நான்கு கோளங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவை நிலக்கோளம் (lithosphere), நீர்க்கோளம் (hydrosphere), வளிமண்டலம் (atmosphere), உயிர்க்கோளம் (biosphere) என்பனவாகும். பாறைக்கோளம் புவி மேற்பரப்பில் காணப்படும் நிலப்பகுதிகளையும், கடல் பகுதிகளையும் கொண்டதாகும். நீர்க் கோளத்தில் கடல், நதி, ஏர், முதலான நீர்ப்பரப்புகள் காணப்படும். புவியினைச் சூழ்ந்து போர்வையாகக் காணப்படும் பல்வேறு வளிமங்களைக் கொண்ட பகுதியினை வளிமண்டலம் என்பர். நிலக்கோளம், நீர்க்கோளம் வளி மண்டலத்தில் வாழும் உயிரினங்களை உள்ளடக்கிய பகுதியினை உயிர்க்கோளம் என்பர்.

புவியின் இயக்கம். புவி ஐவகையான இயக்கங்களில் இயங்கி வருகிறது. அவை தன் அச்சில் நாள்தோறும் சுற்றிவருதல், ஆண்டுதோறும் நீள்வட்டப்பாதையில் சூரியனைச் சுற்றி வருதல், பம்பரத்தைப் போன்று அச்சத் தலைச் சுழற்சி மேற்கொள்ளல், பால்வெளியில் சூரிய மண்டல இயக்கங்களுடன் சுழன்று வருதல், அண்ட வெளியில் பால்வெளியின் இயக்கத்தோடு இயங்குதல் என்பன.

புவி தன்னைத் தானே தன் அச்சில் சுற்றி வருவதால் புவியில் இரவும் பகலும் உண்டாகின்றன. ஒரு சுழற்சிக்கு 23 மணி, 56 நிமிடங்கள் 4.09 நொடிகள் ஆகின்றன.

புவி சூரியனை ஒரு முறை சுற்றி வர 958 பில்லியன் கி.மீ. கடக்க வேண்டியுள்ளது. 365 நாட்கள், 6 மணி, 9 நிமிடங்கள் மற்றும் 9.54 நொடிகளில் சூரியனைப் புவி ஒவ்வொரு முறையும் சுற்றி வரம் வருகிறது. இச்சுழற்சியினால் புவியில் பருவக் காலங்கள் மாறி மாறி வருகின்றன.



புவியின் இயக்கங்கள்



இது சூரியனை நீள் வட்ட பாதையில் சுற்றி வருகிறது. சுந்தியன் மற்றும் பிற கோள்களின் மீள்பயிணால் இதன் பாதை ஓரளவிற்கு கெடுங்கின்றிக் காணப்படும். புவி அச்ச தன் நேர்கோட்டு அச்சிலிருந்து  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  சாய்ந்தே காணப்படுகிறது. புவியச்சின் சாய்வினாலும் சூரியனைச் சுற்றி வருவதாலும், புவியில் வெப்பமாறுதல் ஏற்பட்டுப் பருவகால மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன.

புவி பம்பரம் போன்று தூர் அச்சில் மெதுவாகத் தலைச் சுழற்சியுடன் இயங்கி வருகிறது. அவ்வாறு சுழன்றவண்ணம் 25,800 ஆண்டுகளில் ஒரு முழுச் சுழற்சியினைப் பெறுகிறது. சூரியன் மற்றும் நிலவின் ஈர்ப்பினால் இத்தகைய இயக்கம் உண்டாகிறது.

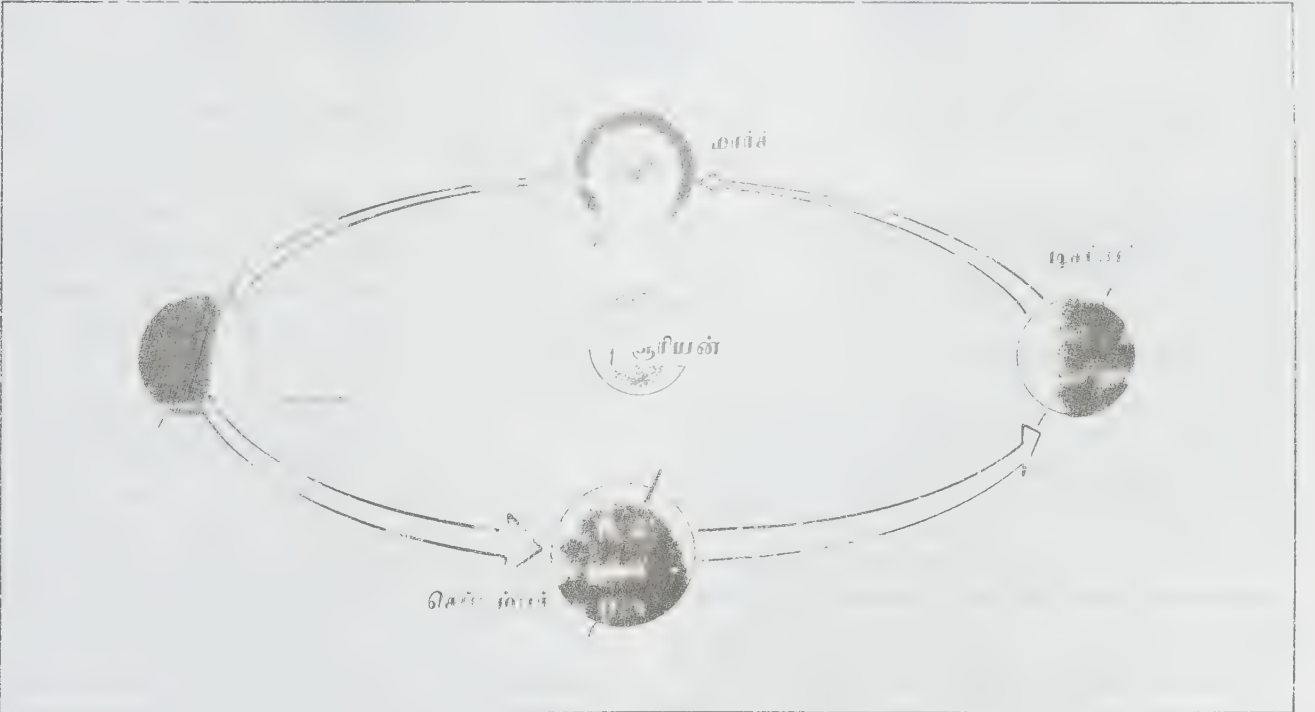
சூரியக் குடும்பத்தோடு புவிமய விண்மீன் மண்டலத்தை மையமாகக் கொண்டு சுற்றி வருகிறது ஒரு முழு சுழற்சிக்கு 36,000,000 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகின்றன. விண்மீன் மண்டலத்தின் சூரியக் குடும்பத்துடைய புவியும் அண்டவெளியில் இயங்கி வருகிறது.

புவியின் உள்ளமைப்பு. புவியின் மேலோடாகப் பாறைகள் அமைந்துள்ளன. புவியின் மேலோட்டின் (earth crust) அடர்த்தியும் (thickness), வெப்பமும் இடத்திற்கேற்ப மாறுபடுகின்றன.

புவி மேலோட்டில் மூன்று வகையான பாறைகள் காணப்படுகின்றன அவை ஆனற்பாறை, படிவப்பாறை, உருமாற்றப்பாறை என்பனவாம். (காண்க: பாறை)

புவி மேலோட்டுப் பாறைகள் பெரும்பாலும் சிலிகாகால் மற்றும் ஆக்சிஜனால் ஆனவை. புவியின் எடையில் 74.7% இவ்விரு வேதிப்பொருளினால் உண்டாகிறது. மேலும் அலுமினியம், இருமடி, கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம், மெக்னீசியம் போன்ற முதன்மைக் கனிமங்களும் பரவிக் காணப்படுகின்றன.

புவி மேலோட்டினைச் சியால் (sial), சிமா (sima) என இரண்டு பாறை அடுக்குகளாகப் பிரிக்கலாம். சியால் பாறை அடுகையில் சிலிகாடன் ஆக்சிஜன், அலுமினியம், கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவை மிகுந்து காணப்படுகின்றன.



புவிச் சுழற்சியின் மற்றொரு பயன் விண்வெளித் துறையின் செயற்கைக்கோள் ஏவுகலன்களைச் செலுத்துவதில் பெறப்படுகிறது. நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதியிலிருந்து ஏவப்படும் விண்கலன்களுக்குப் புவிச்

சுழ்சி ஊட்டும் நொடிக்கு அரை கி.மீ. விரைவும்  
கட்டப்படுகிறது. அதனால் ஏவுகலத்தை விரைவுப்  
படுத்துவதில் எளிபொருள் சிக்கனமாகவே செல்வாகும்.

புவி நடுக்கோட்டு ஆரம் 6377 கி.மீ. ஆகும். புவி சூரியனைச் சுற்றும் பாதைத் தளம் சூரிய வீதி எனப்படும். புவிநடுக்கோட்டுத் தளமும் சூரியவீதித் தளமும் ஒன்றோடொன்று சாயவும் சரிவும் இல்லாமல் பொருந்தி

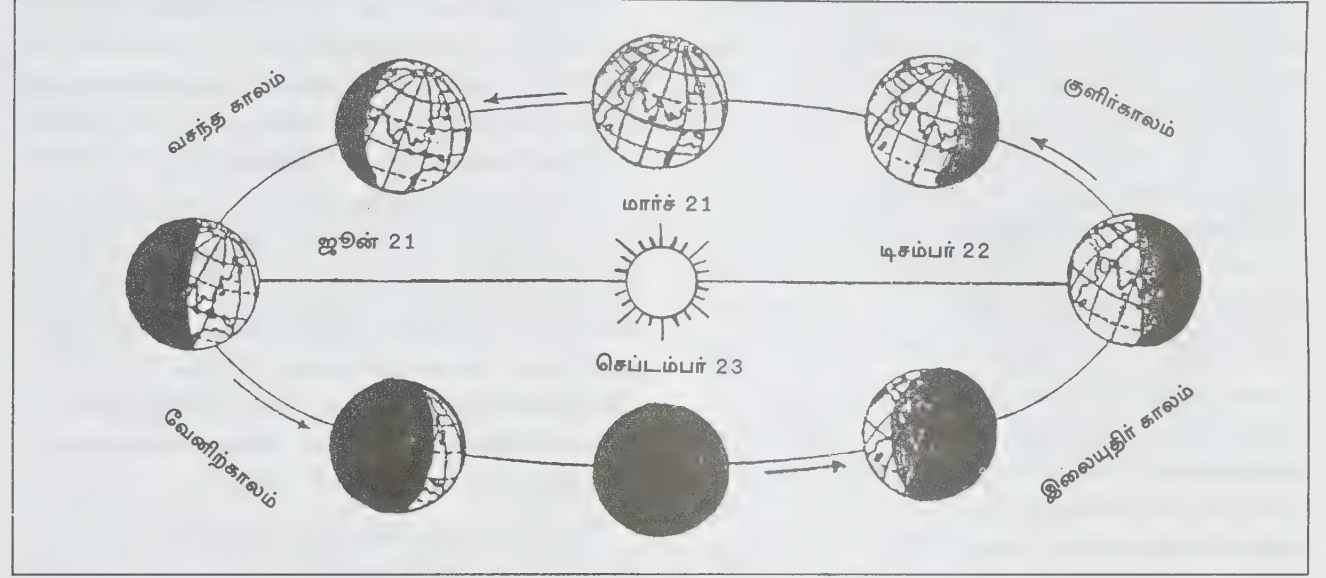


இருக்குமானால் புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் மட்டுமன்றித் துருவப் பகுதிகளிலும் இரவு பகல் சம அளவுடையதாக இருக்கும். அதாவது காலை 6 மணிக்குச் சூரிய உதயமும், மாலை 6 மணிக்கு மறைவும் அமையும்.

**பருவ மாற்றங்கள்.** இவ்விரண்டு தளங்களுக்குமிடையே ஏறத்தாழ  $23\frac{1}{2}^\circ$  சாய்மானம் உள்ளது. எனவே வேறுபட்ட பருவமாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. ( படம் 1)

வடகோளத்திலும் இயங்குவதாகத் தோன்றும் உத்தராயணம், தட்சிணாயணம் ஆகியவற்றின் நடுநாள்கள் இவை.

**விடுபடு திசைவேகம்.** புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் ஈர்ப்புவிசை முடுக்கம் ஏறத்தாழ 9.8 மீ/நொடி ஆகும். அதாவது இப்பகுதியில் கீழே விழும் ஒரு பொருளின் திசைவேகம் ஒவ்வொரு நொடிக்கும் 9.8 மீ/நொடி என்னும்



### பருவ மாற்றங்கள்

சூரியவீதியும், புவிநடுக்கோட்டுத் தளமும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்ளும் இரு புள்ளிகளும் சமநோக்கு நாள்சொங்கும். அந்நாள்களில் மட்டும் சூரியன் புவி நடுக்கோட்டின் மேல் செங்குத்தாக விழும். வசந்த சமநோக்கு நாள் (vernal equinox) இலையுதிர் சமநோக்கு நாள் (autumnal equinox) என்பவை மார்ச் 21, செப்டம்பர் 23 ஆகியவையாகும்.

சூரியக்கதிர்கள் வடகோளத்தின்  $66\frac{1}{2}^\circ$  குறுக்குவரை (கடகரேகை) தென்பாதிக்கோளத்தின்  $66\frac{1}{2}^\circ$  குறுக்குவரை (மகரரேகை) மீது செங்குத்தாக விழும் நாள்சொங்கை முறையே கோடைப் பருவச் சந்தி, குளிப்பருவச்சந்தி எனலாம். ஜூன் 21 அன்று உச்ச வட்டக்கிலும் டிசம்பர் 22 அன்று தாழ் தெற்கிலும் இயங்குவதாகத் தோன்றும். இவ்விரண்டு நாள்சொங்கையும் முறையே வேனில் சந்தி (summer solstice), குளிர் சந்தி (winter solstice) என்பர். சூரியன் முறையே

விகிதத்தில் இருக்கும். இதனால் புவிஈர்ப்பு விசையினை மீறி அண்டவெளியில் தப்பிச் செல்ல நொடிக்கு 11.2 கி.மீ. விடுபடு திசைவேகம் (escape velocity) தேவை.

விண்வெளித் தொழில்துறையில் பெரும்பாலான ஏவுதளங்கள் நிலநடுக்கோட்டை ஒட்டியே அமைகின்றன. ஏனெனில் இந்தப் பகுதியில் புவிச்சுழற்சியூட்டும் வேகம் (ஏறத்தாழ நொடிக்கு 0.5 கி.மீ.) ஏவுகலன்களின் இயல்பு வேகத்துடன் கூடுதலாகிப் பெரும் பயன் தருகிறது.

**புவிநிலை வட்டச் செயற்கைக் கோள்கள்.** இன்சாட் போன்ற தொலைத் தகவல் செயற்கைக் கோள்களும் நிலநடுக்கோட்டின் மீது 36000 கி.மீ. உயரப் பாதையிலே இயங்கி வருகின்றன. புவி வேகத்துடன் ஒத்தியங்கும் (geo-synchronous) இவ்வகைச் செயற்கைக்கோள்கள் புவிபைச் சுற்றிவர ஒரு நாளே எடுத்துக் கொள்வதால் புவிநடுக்கோட்டின் ஓர் புள்ளியிலிருந்து நோக்கினால்

அப்புள்ளியின் நேர்மேலாக நிலைத்து நிற்பதாக தோன்றும். இவை புவிநிலைவட்டச் செயற்கைக்கோள்கள் (geo stationary satellites) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

சு. முத்து

## புவிப் புறவியல்

இது நில அமைப்பின் தோற்றத்தையும் வளர்ச்சியையும் பற்றி ஆராய்வதாகும். இது புவியின் நிலப்பரப்பில் பெரும் அமைப்புகள் போன்ற மலைத்தொடரின் அமைப்பு பெருங்கடலின் படுகை போன்றவற்றைத் தவிர்த்த பிற நில அமைப்பைப் பற்றியதாகும். இது கற்கோளத்தின் (lithosphere) புற அமைப்பையும் அதன் தோற்றம், வரலாறு ஆகியவற்றையும் விளக்குகிறது. இயற்பியல் மற்றும் வேதி மாற்றங்களால், புவிப்பரப்பில் பாறைகள் அரிக்கப்பட்டுப் பல்வேறு நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவையனைத்தும் புவிப்புறவாய்வில் ஆராயப்படுகின்றன.

வரலாறு. புவியியலார் நெடுங்காலத்திற்கு முன்னரே நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய அறிவினைச் சிறிதளவில் பெற்றிருந்தனர். 18ஆம் நூற்றாண்டில் நிலத்தை முதன்முறையாக அளவிடும் முறையினைக் கண்ட பிறகே நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய அறிவு பெருகத் தொடங்கியது. 19ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியல் வாயிலாக நிலத்தோற்றங்கள் அமைப்பும், காரணமும் தெளிவாகின்றன. இதன் விளைவாகப் புவியின் புறத்தோற்றம் பற்றிய புவிப்புறவியல் (geomorphology) உருவாகியது.

1895ஆம் ஆண்டு ஸ்காட்லாந்தைச் சார்ந்த ஜேம்ஸ் ஹட்டன் என்பார் புவியின் கொள்கை என்னும் நூலை வெளியிட்டார். இதில் பள்ளத்தாக்குகள் குடையப்பட்டதால் மலைகள் தோன்றின என்றும், மலைகளிலிருந்து கடத்தப் பட்ட கடினப்பொருள்கள் உராய்ந்து தேய்ந்ததால் பள்ளத்தாக்குகள் குடையப்பட்டன என்றும் கூறியுள்ளார். ஹட்டனின் கொள்கைக்கு ஆதரவாக அவருடைய நண்பர் ஜான் பிளேஃபேர் என்பார் 1802ஆம் ஆண்டு ஹட்டனின் புவிக் கொள்கை விளக்கங்கள் என்னும் நூலை வெளியிட்டார். பள்ளத்தாக்கு தோன்றுவதற்கு ஆற்றின் செய்கையும் கடற்கரையின் அமைப்பிற்கு கடல் அலையின் செய்கையும் காரணம் என்றும், மண் தோன்றுவதற்குப் பாறைச் சிதைவு காரணம் என்றும், பனியாற்றினால் பாறைகள் கடத்தப்படுகின்றன என்றும் அந்நூலில் அவர் கூறியுள்ளார்.

எனவே, மேற்கூறிய இருவரும் புவிப்புறவியலுக்கு அடிகோலியவர்களாகின்றனர்.

1830-32 இல் சர் சார்லஸ் லையல் என்னும் ஐரோப்பிய அறிஞர் வெளியிட்ட புவி அமைப்பியல் எனும் நூலில் நிகழ்காலச் செய்முறைகளைக் கொண்டு கடந்த கால நிலத் தோற்றத்தை அறிய முடியும் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார். இதுவே பண்பொத்த கொள்கை எனப்படுகிறது. புவி அதன் அமைப்பில் பொதுவாக மாறிக்கொண்டிருக்கிறது. புவியின் செய்முறைகளில் பல மிகவும் மெதுவாகவே நடைபெறுகிறது. மலைகளும், பள்ளத்தாக்குகளும், பாறைகளும் பல மில்லியன் ஆண்டுகள் அரிக்கப்பட்டதால் தோன்றியவையாகும். தற்போது காணும் அசைவுச் செய்முறைகளின் மூலம் புவியின் கடந்த கால வரலாற்றை அறிய முடிகிறது.

இதன் பிறகு ராம்சே என்பார் நிலத்தைச் சமமாக்குவதில் கடல் அரிப்பின் முதன்மைப் பங்கையும், ஏரிகளைத் தோற்றுவிப்பதில் பனியாற்றின் பங்கையும் விவரித்தார். இதைத் தொடர்ந்து அமெரிக்காவில் பவல், டட்டன் கிள்பர்ட் முதலியோர் நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய பல புதிய விவரங்களை ஆராய்ந்தறிந்தனர். பவல் அனைத்து நிலமும் அரிக்கப்பட்டு இறுதியில் கடல் மட்டத்தை அடைகிறது என்று கண்டறிந்தார்.

புவிப்புறவியலில் சிறப்பாக பனியாற்றியவர் டேவிஸ் என்னும் அமெரிக்க அறிஞராவார். இவர் புவிப்புறவியல் தந்தை என்று அமெரிக்காவில் போற்றப்படுகிறார். இவர் நிலத் தோற்றத்தைப் பற்றி விளக்கம் தரும் விவரிப்பு முறைகளை அறிமுகப்படுத்தினார். இவரின் கருத்துப்படி ஒரு நிலத்தோற்றம் என்பது அங்கேயுள்ள பாறை அமைப்பு, அரிப்புச்செயல், காலம் ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்து மாறும் என்று கொள்ளப்படுகிறது. நிலத்தோற்றத்தின் இறுதிநிலை அமைப்பை டேவிஸ் பெனிப்பிளைன் என்று குறிப்பிட்டார். அரிப்புச் சக்கரக் கொள்கையை (cycle of erosion) அறிமுகப்படுத்தியதும் இவரே ஆவார்.

புவிப்புறவியலில் அமெரிக்காவில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் பிற நாடுகளுக்கு வழிகாட்டியாக இருந்தது. பிரான்ஸ், ஸ்காண்டிநேவியா, நெதர்லாந்து, இத்தாலி முதலிய ஐரோப்பிய நாட்டுப் புவிப்புறவியல் மாணவர்கள் அமெரிக்க அறிஞர்களின் கருத்துக்களையே பின்பற்றினர். ஆனால் ஜெர்மானியப் புவியியல் அறிஞர்களாகிய ரிசுதாஃபன், ஆல்பிரட் பெங்க் ஆகிய இருவரும் நிலத்தோற்ற ஆய்வில் தங்களுக்கெனத் தனி முறையைப் பின்பற்றினர்.



அமெரிக்கக் கருத்துக்களுக்கு ஜெர்மனியில் கடும் எதிர்ப்பு ஏற்பட்ட சமயங்களில் ஆராயப்படாத பல விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டுப் புதிய கருத்துகள் உருவாக்கப்பட்டன. இவ்வகையில் வால்தர் பெங்க் என்னும் ஜெர்மானிய அறிஞரின் பணி குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பெங்கின் கருத்துக்கள் டேவிஸின் கருத்துக்களுக்கு மாறானவை.

டேவிஸின் மறைவுக்குப் பிறகு மண் அமைப்பை ஆராய்வதில் கணித முறை கையாளப்பட்டது. இரண்டாம் உலகப்போரின் போது நிலத்தை ஆராய்வதற்கு இராணுவத்தினரால் வான் ஒளிப்பட முறை (aerial photography) பயன்படுத்தப்பட்டது. இச்சமயத்தில் கடற்கரைகளின் அமைப்பும், கடலடித் தளங்களின் அமைப்பும் இராணுவத்தினருக்குத் தெரியவேண்டிய தேவை ஏற்பட்டதால் கணித முறைப்படி நிலத்தோற்றம் அளவிடப்பட்டு நிலப்படங்கள் வரையப்பட்டன. போருக்குப் பின் குறிப்பாக 1905ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்பு நிலத்தோற்றங்களை ஆராய்வதில் கணிதம் பெரிதும் பயன்பட்டது.

புவிப்புறவியல் 1890 - 1950 வரை பெருவளர்ச்சியைப் பெற்றது. அதற்குப் பிறகு புவியியல் நிலத்தோற்றப் பரவலை விட மனிதப் பரவலுக்கு மிகுந்த அக்கரை செலுத்தப்பட்டது. புவியியலில் புவிப்புறவியல் படிப்படியாகத் தன் சிறப்பை இழந்தது. குறிப்பாக அமெரிக்கப் புவியியலில் பயிர், கால்நடை, வாணிபம், குடியிருப்பு ஆகியவற்றை அறிவதில் மிகுந்த நாட்டம் செலுத்தப்பட்டது. புவிப்புறவியலில் அப்போது கணித முறையில் விவரங்கள் சேகரிக்கப்படாமையே இதற்குக் காரணமாகும். ஆனால், இங்கிலாந்தில் தற்போதும் புவியியலில் புவிப்புறவியலுக்கு முதன்மை அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

**நிலத்தோற்றமும் புவிப்புறவியலும்.**  
நிலத்தோற்றம் என்பது அரிப்புச் செயலால் மட்டுமன்றிப் படிதல் (deposition) செயலாலும் ஏற்படுகிறது. எனவே, புவிப்புறவியலில் இவ்விரு செயல்முறைகளும் விவரிக்கப்படுகின்றன. புவிப்புறவியல், நிலத்தோற்றத்தை விவரிப்பதால், சுற்றுலாப்பயணி, கூட இவ்விதத்தில் அறிவைப் பெறுவதுடன் அந்நிலத்தோற்றத்தின் எழிலையும் கண்டு இன்புறுகின்றனர். ஆனால் புவிப்புறவியல் அறிஞர்கள் அதன் தோற்றத்தை ஆய்வு செய்கின்றனர்.

பாறை அமைப்பிற்கும், நிலத்தோற்றத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை விவரித்தல், காலந்தோறும் ஏற்படும் நிலத்தோற்ற மாறுதல்களை விவரித்தல், நிலத் தோற்றத்திற்குக் காரணமான அரிப்புச் செயலை அறிதல் ஆகியன புவிப்புறவியலின் அடிப்படைக் கூறுகளாகத் திகழ்கின்றன.

நிலத்தோற்ற வளர்ச்சியைத் தெளிவாக உணர வேண்டுமெனில் பாறைகளின் அமைப்பு, கூட்டமைப்பு, காலநிலையின் தன்மை, அரிப்புச்செயல் ஒட்டுருவழிதல் (diastrophism), எரிமலைச் செயல் (volcanism) ஆகியவற்றையும் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இவற்றின் செயலால் தோன்றும் நிலத்தோற்றங்களை அறிவதே முதன்மை நோக்கமாகும். பாறையின் மடிப்பு, பிளவு இவை மட்டுமல்லாமல் அதன் கடினத்தன்மையும், நிலத்தோற்றத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. சான்றாக, மழைப் பகுதியிலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறையில் தாழ் நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படும் போது வறண்ட பகுதியிலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறையில் உயர் நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. களிப்பாறை (shale), சுண்ணாம்புக்கல், சலவைக்கல் (marble) ஆகிய மென்பாறைகள் இருக்கும் பகுதியாக இருப்பின் அங்கு மிகப்பெரிய பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றுகின்றன. இதற்கு மாறாக மணற்பாறை (sand stone), சலவைக்கல் (marble), குவார்ட்ஸ் ஆகிய கடினப்பாறை இருப்பின் அவை உயர்ந்த குன்றுகளாகக் காட்சியளிக்கும். புவிப்புறவியல் மனிதனுடைய சூழலை வடிவமைப்பதில் இன்றியமையாதது.

எஸ். கீதா

## புவி மேலோட்டுப் பொருள்கள்

ஏறத்தாழ 15 கி.மீ. ஆழத்திற்குப் புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து பரவியிருக்கும் பகுதியே 'புவி ஓடு' (earth crust) எனப்படும். இயற்கையாகப் புவியோட்டின் மீது கடினமாக அமைந்துள்ள பொருளுக்குப் பாறை என்று பெயர். புவிப்பரப்பு இவ்வாறு பலவகைப் பாறைகளால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பாறை படை அடுக்காகவோ (layer or strata), பல வகையான தோற்றம் இவற்றுடனோ காணப்படும். பாறை பல வகைகளில் தோன்றியிருக்கலாம். இதன் ஒரு பகுதி படிவுகளாலும், உயிரினப் பொருள் படிவாலும் ஏற்பட்டிருக்கும். (எ.டு: நிலக்கரி) பெரும்பான்மையான பாறைகள் நுண்ணிய உயிரற்ற தாதுப் பொருள்களின் சேர்க்கையால் ஏற்பட்டிருக்கும்.

மலை, பள்ளத்தாக்கு, பீடபூமி, சமவெளி ஆகியவற்றின் கீழே பாறைகள் உள்ளன. பாறைகளின் தடைத்தன்மை (resisting capacity), தனிப்பண்பு இவற்றைப் பொறுத்தே நிலத்தோற்றம் அமைக்கும் செயல் முறைகளுக்குப் புவிப்பரப்பு ஈடு கொடுக்கிறது. சிதைவுக்கு மிகுதியும் தடை ஏற்படுத்தும் பாறை குன்றாகவோ உயர் நிலமாகவோ இருக்கும். சிதைவுக்குத் தடையாக அமையாத பாறை தாழ் பள்ளமாகவும், கொப்பரை படுகையாகவும் (basin) அமைகிறது. பாறை பல வேதித் தனிமங்களின் அணுக்களாலானது. வேதித் தனிமங்களின் பல வகைக் கூட்டமைப்பால் தாதுக்கள் அமைகின்றன. இத்தாதுக்களின் கூட்டமைப்பால் பாறையின் தன்மைகள் வேறுபடுகின்றன. எட்டுத் தனிமங்கள் புவியோட்டின் பெரும் பரப்பில் காணப்படுகின்றன. யுரேனியம், தோரியம், கோபால்ட் போன்ற தனிமங்கள் மிகவும் குறைவாகக் காணப்படுகின்றன. பாறைகளில் மிகவும் முதன்மையாகக் காணப்படும் தனிமம் ஆக்சிஜன் ஆகும்.

புவியோட்டில் ஆக்சிஜன் 46.71%, சிலிகான் 27.69%, அலுமினியம் 8.07%, இரும்பு 5.05%, கால்சியம் 3.65%, சோடியம் 2.75%, பொட்டாசியம் 2.58%, மக்னீசியம் 2.08% காணப்படும். எஞ்சிய பகுதி ஏனைய தனிமமாகும்.

**அலோகம் (Non metallic).** ஆக்சிஜன், சிலிக்கா இவை இரண்டுமே பாறைகளில்  $\frac{3}{4}$  பங்கு காணப்படுகின்றன. ஏனைய ஆறு தனிமங்கள் உலோகங்களாகும். புவியோட்டில் தங்கம், வெள்ளி, நிக்கல், செம்பு, காரீயம், துத்தநாகம் இவை மிகவும் குறைவு.

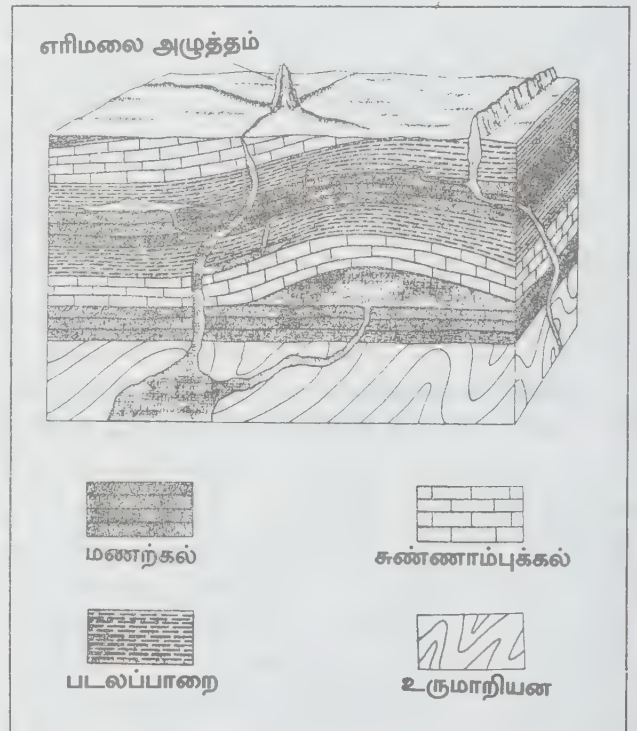
பெரும்பாலான தாதுக்கள் படிக உருவம் கொண்டவை. தாதுப் பொருள்களுக்குப் பிளவுத் தன்மை, கடினத் தன்மை, நிறம், பளபளப்புத் தன்மை, ஒளிப்புருந்தன்மை, ஒரு நிறக்கோடு, கீற்றுத் துகள் (streak), எடை முதலியவை உண்டு. குவார்ட்ஸ், கால்சைட், அபிரகம், பெல்ஸ்பார், பைராக்சின், பைரைட், மாக்னடைட், கலினா, கிராஃபைட் ஆகியன சாதாரணத் தாதுக்களாகும். பாறைகளின் தன்மையும், அவை சிதைந்து உருவாவதற்கும் அரிப்புச் செய்முறைகளும், காட்டும் தடை தன்மையும் தாதுப் பொருள்களைச் சார்ந்திருக்கும்.

**பாறை.** பாறை புவிப்பரப்பில் திண்ம நிலையில் காணப்படும் பொருளாகும். இதில் ஒன்று சேராத பொருள்களான கூழாங்கல், மணல், களிமண், மண் வகை, ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட படை அடுக்குகளைக் கொண்ட மணற்கல்,

கிரேனைட் முதலியவை அடங்கியுள்ளன. பாறைகளை வகைப்படுத்தும் போது கடினமான, நெருக்கமாக இணைந்த பொருள்களையே எடுத்துக்காட்டாகக் குறிப்பிடுகின்றனர்.

புவிப்பரப்பில் காணப்படும் பாறை அனற்பாறை, (igneous rocks), படிவுப்பாறை (sedimentary rocks), மாற்றுருப் பாறை அல்லது உருமாறியப் பாறை (metamorphic rocks) எனப் பகுக்கப்படும்.

**அனற்பாறை.** பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் அனற்பாறை புவியின் உட்பகுதியில் உருகிய குழம்பு நிலையில் இருந்தது. நாளடைவில் இக்குழம்பு எரிமலைகளின் வாயிலாக வெளிவந்து குளிர்ச்சியடைந்து இறுகிப் பாறையானது. சில சமயங்களில் இது புவிக்கடியிலேயே மிக ஆழத்தில் மெதுவாகக் குளிர்ந்து பாறையானது. இது புளூட்டானிக் பாறை எனப்படும். பளபளப்பான கிரானைட் பாறை வகையைச் சார்ந்தவை. இப்பாறை இடையாழப் பாறை எனவும் குறிக்கப்படும். இது செங்குத்தாக உறைந்தால் செம்பாளப் பாறை (dykes) எனப்படும். ஆகவே, அனற்பாறை, புவிக்கடியில் படுக்கை





நிலைமீட்டும், செங்குத்தான சுவர் போன்றும் பல இடங்களில் காணப்படுகிறது. உருகிய பாறைக் குழம்பு (lava) வெடிப்பு மூலம் வெளிப்போந்து அனைத்துப் பக்கங்களிலும் ஓடிப் படித்து குளிர்ந்து இறுகிப் பாறையானது. தக்காணப் பீடபூமியின் வடமேற்குப் பகுதியில் இத்தகைய பாறைக் குழம்பு காணப்படுகிறது. அனற்பாறை மிகவும் உறுதியாகவும், பழமையாகவும் விளங்கும்.

**படிவுப் பாறை.** காலப் போக்கில் புவி மேற்பரப்பிலுள்ள பாறை வெப்ப ஏற்றத் தாழ்வாலும், மழையாலும், காற்றாலும் சிதைவுற்று அரிக்கப்பட்டு மணல், மண், கற்களாக மாறி ஆறுகளால் கடலில் கொண்டு செர்க்கப்படுகிறது. இவை கடலின் அடியில் படிந்து பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இறுகிப் பாறையாகிவிடும். சில படிவுப் பாறைகள் கடலில் வாழ்ந்து அழிந்த விலங்கு, தாவரங்களால் ஏற்பட்டவை. சான்றாகச் சுண்ணாம்பு, கற்கள், கடலில் இறந்த உயிரினங்களின் ஓடுகளாலும் பவளப் பூச்சிகளாலும் ஏற்படுகின்றன. பல்லாயிரக் கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் காடாக இருந்த பகுதி புவிக்கடியில் அழுந்தி அதன் மீது-களிமண், மணல் ஆகியன பெருமளவிற்கு மூடப்பட்டுள்ளமையாலும் புவிக்கடி யிலுள்ள கடும் வெப்பத்தாலும் அது நிலக்கரி - வயலாக மாறுவதுண்டு. இத்தகைய பாறைகளும் படிவுப் பாறை வகையைச் சேர்ந்தவையே.

அனற்பாறைகளும், படிவுப் பாறைகளும் புவி அடியில் உண்டாக பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் ஆகியிருத்தல் வேண்டும். புவி பல விதச் சலனங்களுக்கும் புவி அதிர்ச்சிக்கும் உட்படவே புவிக்கடியில் உண்டான அனற்பாறையும், கடலுக்கடியில் இருந்த படிவுப் பாறையும் மேல்மட்டத்திற்கு வருவதும், மேல் மட்டத்திலிருந்து பாறையும், மலையும் கடலுக்கடியில் சென்று மறைவதுண்டு. ஆகவே சில சமயங்களில் படிவுப் பாறையை மலைகளில் காண முடிகிறது.

**உருமாறிய பாறை.** புவியின் மேலோட்டுக்குள் அனற்பாறை, படிவுப்பாறை முதலியன கடும் அழுத்தத்தினால் காலகாலம் உட்பட்டு, அதன் விளைவாக, உருத்தெரியாமல் மாறிப் புதுவகைப் பாறையாகிவிடும். இப்புதுவகைப் பாறைக்கு உருமாறியப் பாறை என்று பெயர். சான்றாகச் சுண்ணாம்புக்கல் பளிங்காகவும், சிறுமண் குவியல் மணற்பாறையாகவும் மணல் கலந்த சேறு களிப்பாறையாகவும் மாறுகின்றன.

படிவுப் பாறை, மணற்பாறை கிரிட்	குவார்சைட்
களிமண், களிப்பாறை, சேற்றுப்பாறை	பல்வகைப் பாறை
	படல்ப்பாறை
சுண்ணாம்புப் பாறை, பிட்டுமினஸ்	சலவைக்கல்,
	கிராஃபைட்
அனற்பாறை, ஆகைட், கிரானைட்	ஹார்ன் பிளண்ட்
	வளிப்பாறை

## புவி வயது

புவி வயதைச் கூறும்போது உயிரினங்களின் தோற்றத்தை அளவிடும்போதும் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் பற்றிக் குறிப்பிடப்படும்.

மணல் படிவுகளை அளத்தல். ஒழுகிவரும் ஆற்றின் படுகைகளில் (basins) மணல், அடுக்கடுக்காகப் படிந்து உயரும் வேகத்தை அவ்வப்போது கவனித்தால் அந்த இடம் எத்தனை ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது என்று சொல்லி விடலாம். கி.மு.450இல் வாழ்ந்த ஹெராத்தோதஸ் என்னும் கிரேக்க வரலாற்று அறிஞர் நைல் நதி கழிமுகத்தில் மணல் சேர்ந்து மேடாகி வருவதைக் கவனித்திருந்தார். பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு அங்குள்ள கட்டடங்கள் மண் மூடிப் புதையக் கூடும் என்றும் கருதினார்.

கி.பி.1854இல் நைல் நதி இட்ட மணற் படிவங்களுக்கு 3மீ. ஆழத்தில் பிரம்மாண்டமான சிலையொன்று மெம்ஃபிஸ் அருகே கண்டெடுக்கப்பட்ட போது, ஹெராத்தோரஸ் முடிவு மெய்யானது. இரண்டாம் ராமிசஸ் என்பார் தம் உருவச் சிலையானபடியால் அதன் காலக்கட்டம் 3200 ஆண்டுகளுக்கு முந்தியதாக இருக்கும். அப்படியானால் ஒவ்வொரு நூறாண்டு திறையும் போதும் 3½ அங்குலம் வீதம் மண் படிந்து வளர்ந்து வந்திருக்க வேண்டும். மெம்ஃபிஸ் நிலத்திற்கு அடியில் 10மீ. ஆழத்தில் தோண்டிய போது மனிதர்கள் வாழ்ந்த நாகரீகத் தடயங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சராசரி

மண்டபடிவு வேகத்தை வைத்துக் கணக்கில் நைல் நதி நாகரீகம் 13500 ஆண்டுகாலம் தொன்மையுடையது என்பது தெளிவாகிறது.

ஆண்டு 12 வளையங்களின் எண்ணிக்கை, மண்டபடிவுகளைப் போலவே மரங்களைக் கொண்டும் உயிர்களின் வயதைக் கணிக்கலாம். ஒரு மரத்தின் ஆண்டு வளையங்களை (annual rings) வைத்தே அதன் வயது கணக்கிடப்படும். ஒரு மரத்தின் புறப்பட்டை ஆண்டுதோறும் தானாகப் புதுப்பிக்கப்படுவதுண்டு. புதுத்தோல் உண்டானதும் அடுத்துள்ள அகப்பட்டை சாற்றுதடியாக (sep wood) இயல்மாறிவிடும். இவ்வாறு உருவாகும் வளையங்களை அடிமரத்தைக் குறுக்காக வெட்டி எண்ணிப் பார்த்து அதன் வயதைச் சொல்லிவிடலாம்.

கடலின் உப்பு அளவு. ஜான் ஜாலி (John Joly) என்னும் அறிவியலார் கி.பி.1901இல் கடலின் உப்புத்தன்மையால் புவி வயதைக் கணித்திட முயன்றார். தொடக்கத்தில் கடல்நீரில் உப்புகள் பெருமளவில் கலந்திருக்க வாய்ப்பில்லை. பெரும்பாலும் புவிப் புறணியிலிருந்தே (crust) நாளடைவில் அடித்துச் செல்லப்பட்ட சோடியம் குளோரைடு நீரில் கரைந்திருக்கும். கடலில் தற்போது அதிகரித்து வரும் சராசரி உப்பின் அளவை ஆய்ந்ததில் உலகின் வயது ஏறத்தாழ 10 கோடி ஆண்டுகள் என்று தெரிந்தது. தொடக்கத்தில் கடல் நீர் நன்னீரா உப்பு நீரா என அறியப்படவில்லை. பருவக் கால மாற்றங்களால் கடலுக்குள் உப்புத் துணுக்குகள் கொண்டு செல்லப்பட்டிருக்கலாம். மண் அரிப்பு மிகுதியாக ஏற்பட்டும் படிவப்பாறைகள் (sedimentary rocks) திட்டித் திட்டாகப் பெயர்ந்து பொடிந்து காற்று வழியே கடலில் சேர்ந்திருக்கலாம். மனிதனால் கணக்கின்றி ஆண்டுதோறும் கடலில் உப்புக் கொட்டப்படுகிறது. எனவே கடல் உப்பைக் கொண்டு கணிப்பது துல்லியமாக அமையாது.

புவியின் குளிர்ச்சி வேகம். வெப்ப வளிமங்களின் திரட்சியாய் உருண்டெழுந்த புவியின் குளிர்ச்சி வேகமும் அதன் வயதைக் கணிக்க உதவும். உருகிய வெப்பக் குழம்பை அடிவயிற்றுள் சேகரித்துக் குழறிக்கொண்டிருந்த பழம் இயற்கையில் குளிர்ந்து தானே இன்றைய வெப்பநிலையை அடைந்திருக்கக்கூடும். எனவே புவியின் வயது 2 - 4 கோடி ஆண்டுகள் எனக் கி.பி.1862இல் கெல்வின் (Lord kelvin) என்பார் குறிப்பிட்டார். அனைத்துச் சராசரி கணிப்பு முறைகளையும் ஒதுக்கிவிடும் வகையில் கி.பி.1896ஆம் ஆண்டில் கதிரியக்க முறை வெளிப்பட்டது. ராண்ட்ஜன் எனும் ஜெர்மன் இயற்பியலார் எக்ஸ் - கதிர்

வீச்சைக் கண்டுணர்த்திய பிரெஞ்சு அறிவியலார் தற்செயலாகத் கதிரியக்கத்தைக் (radioactivity) கண்டுபிடித்தார்.

இவர் தம் ஆய்வுச் சி.பி.1903இல் ஒரு மேசைக்குள் புகைப்படத்தகடு (Photographic plate) ஒன்றைக் கறுப்புத் தாளில் சுற்றிப் பொதிந்து வைத்து விட்டுச் சென்றிருந்தார். பின்னர் வந்து எடுத்துப் பார்த்தபோது முன்னரே அத்தகட்டில் கலங்கலான தடங்கள் பதிவாகி இருந்தமையைக் கவனித்தார். கறுப்புத் தாளுக்குள் மடக்கி வைத்த ஒளிப்படத்தில் எவ்வாறு பாதிப்பு ஏற்படும் என அறிய மேசை இழுப்பறையைத் துழாவினார். சிறிது யுரேனியம் உப்பு வைக்கப்பட்டிருப்பதைக் கூர்ந்து கவனித்தார். பின்னர் யுரேனியம் உப்பிலிருந்தே எக்ஸ் - கதிர் போன்ற கட்புலனாகாத அரிய கதிர்வீச்சு வெளிப்படுகிறது என்னும் உண்மையைக் கண்டறிந்தார். பிற்காலத்தில் கியூரி அம்மையாரால் கதிர்வீச்சுப் பற்றி தெளிவான முடிவுகள் கண்டறியப்பட்டன.

கன உலோகக் கனிமங்கள். புவி வயதைக் கணக்கிடக் கன்றபாறைகளின் (igneous rocks) சிர்க்கான் (zircon) கனிமப் பொருளில் உள்ள காரீயத்திற்கும் ஆல்பாத் துகளுக்கும் (alpha particle) இடையிலான விகிதாசாரத்தைக் கைகர் எண்ணி (geiger counter) உதவியால் அளவிட்டாலே போதும்.

சிர்க்கான் என்பது யுரேனியத்துடன் கூடிய சிரிக்கோனியம் சிலிக்கேட் (Zirconium silicate) எனும் கனிமம் ஆகும். யுரேனியம், ஆல்பான் கதிர் வீசி காரீயமாகச் (lead) சிதைவும். இந்த ஆல்பாத் துகள் ஹீலியம் அணுக்கரு ஆகும். இதன் எண்ணிக்கையைக் கைகர் எண்ணி மூலம் அளவிடலாம். அவ்வாறே ஃபெல்ஸ்பார் (feldspar) போன்ற பொட்டாசியம் உள்ள கனிமங்களில் பொட்டாசியம் அல்லது ஆர்கான் தனிமங்களின் விகிதத்தை அளப்பதன் மூலமும் பாறைகளின் தொன்மையை அறியலாம்.

வானியல் கணிப்பு. நவீன வானியலின் விரிவடையும் அண்டக் கொள்கையின் படி அண்டத்தின் வயது ஏறத்தாழ 2000 மில்லியன் ஆண்டுகள் எனக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

வானியல் முறைகளில் புதன் கோளின் கோள்-வழி மையம் விலகி இருப்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு புவியின் வயது 1000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கும் மேலானது எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். தொடக்கத்தில் புதனின் கோள்வழி நீள்வட்டமாக இருந்து பின்னர் சிறிது



சிறிதாக அண்ட வெளியிலுள்ள துகள்களின் தடைத்திறனால் வட்டமாக மாற்றப்பட்டது. இந்த மாற்றம் நடந்துள்ள வீதத்தின்படி இவ்வாறு நிகழ 1000 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கும் என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். புதன் புவிக்கு பிறகு பிறந்த கோளாகும். ஆகவே புவியின் வயது இதை விடக் கூடுதலாகவே இருக்கும்.

சந்திரன் புவியை விட்டு விலகிச் சென்றுள்ள வீதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு புவியின் வயது 4000 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று ஜெப்ரீஸ் கணக்கிட்டார். சந்திரன் புவியின் பசிபிக் கடல் பள்ளத்திலிருந்து வெளியே வீசப்பட்ட பகுதியே என்பது இதன் அடிப்படைக் கொள்கை. இன்றும் சந்திரன் புவியை விட்டு 100 ஆண்டுகளுக்கு 1:5 வீதம் விலகிச் சென்று கொண்டே இருக்கிறது. உடுமண்டலங்கள் (galaxy) ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகும் வீதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஜெப்ரீஸ் உலகின் வயது 3000 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று முடிவு செய்தார்.

வானியலாரின் கூற்றுப்படி சூரியனிலிருக்கும் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹீலியம் வளிமங்களுக்கிடையேயான தற்போதைய விகிதாச்சாரத்திற்கும் அதன் தோற்றக் காலத்திலிருந்தவக்கும் இடையேயான காலக்கணிப்பின் படி சூரியனின் வயது 460 கோடி ஆண்டுகள் எனக் கணக்கிடப்படுகிறது. சூரியனும் அதனைச் சுற்றியுள்ள கோள்களும் துணைக்கோள்களும் ஒரே காலக்கட்டத்தில் உருவாகியிருக்க வேண்டும் என்பதால் புவியின் வயதை 460 கோடி ஆண்டுகளாக இருக்கவேண்டும் எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இது ஏறக்குறைய 450 - 470 கோடி ஆண்டுகளுக்குள்ளேயே இருக்கவேண்டும் என்பது வானியலாரின் கணிப்பு.

காலங்காட்டும் கார்பன். பொதுவாகத் தாவரங்கள், புதைபடிவங்களின் வயதை அறியக் கார்பன் (carbon) அணுவே போதும். சாதாரணமாகக் கார்பனின் அணுநிறை (atomic mass) 12 ஆகும். ஆயினும் அணுநிறை 14 கொண்ட கார்பனும் இயற்கையில் உண்டு. இந்தக் கார்பன் கதிரியக்கத் தன்மையுடையது. இது கார்பனைப் போன்றே அணு எண் (atomic number) 6 உடையது. அணுநிறையில் மட்டுமே வேறுபாடு காணப்படுகிறது. இப் புதிய கார்பனின் மறு அணுவைக் கி.பி.1949இல் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் அணு ஆற்றல் குழுமத்தின் (United State Atomic Energy Commission) முன்னாள் உறுப்பினரான வில்லாட்டு லிபி என்னும் அணுவியலார் முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தார்.

இந்தக் கதிரியக்கக் கார்பன் ( $C^{14}$ ) அணுக்காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் ( $N^{14}$ ) அணுவைத் தாக்குகின்ற அண்டக் கதிர்களின் (cosmic rays) மோதலால் விளைகிறது. அதுவே மற்றக் கார்பன் அணுக்கள் போல் ஆக்சிஜனுடன் கூடிக் கார்பன் டை ஆக்சைடு வளிமம் உருவாகிறது. எனினும்  $C^{14}$  வளிமம் கதிரியக்கம் கொண்டதாகையால், இதிலுள்ள கார்பன் அணு உடனே சிதைவுற்று மீண்டும் நைட்ரஜன் அணுவாகத் திரிகிறது.

நைட்ரஜன் ( $14$ ) + நியூட்ரான் ----->

புரோட்டான் + கதிரியக்கக் கார்பன் ( $14$ )

கதிரியக்கக் கார்பன் ( $14$ ) ----->

நைட்ரஜன் ( $14$ ) + பீட்டாக்கதிர்

முதல் அணுக்கருவினை எளிதில் நடப்பதாயினும் இரண்டாம் கதிரியக்கச் சிதைவு பல்லாயிரம் ஆண்டுகள் நீடிக்கும். அதன் அரை வாழ்காலம் (half life period) 5730 ஆண்டுகள். அதாவது 1 கிராம் கதிரியக்கக் கார்பன் நைட்ரஜனாகச் சிதைந்து அரை கிராமாக நிறை குறைய 5730 ஆண்டுகள் ஆகும். அதுவே கால் கிராம் அளவாக மேலும் குறைய அதே 5730 ஆண்டுகள் ஆகும். கால் அரைக்கால் அளவாகிட அடுத்த 5730 ஆண்டுகள் என ஏறத்தாழ 30000 ஆண்டுகளில் கதிரியக்கக் கார்பன் அளவிற் சிறுத்துத் தீர்ந்து விடும் எனலாம். வளிமண்டலத்தில் மட்டும் இந்தக் கதிரியக்கக் கார்பன் அணுவுக்கும் ( $C^{14}$ ) சாதாரண கார்பன் அணுவுக்கும் ( $C^{12}$ ) இடையே உள்ள விகிதம் மாறாத ஒரு நிலை எண் (constant) ஆகும்.

காற்றிலுள்ள இவ்விருவகைக் கார்பன் டை ஆக்சைடு வளிமங்களையும் ஒரு சேர உட்கொண்டு தாவரங்கள் கார்போஹைட்ரேட் (carbohydrate) மாவுப்பொருள் தயாரிக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கையில் உண்டான இந்த உணவுப் பொருளில் நாளடைவில் இயல் மாற்றம் நிகழும். அதாவது அதிலிருக்கும் கதிரியக்கக் கார்பன் அணுக்கள் மீண்டும் நைட்ரஜன் அணுக்களாகச் சிதையத் தொடங்குகிறது. இந்தக் கதிரியக்க நிகழ்ச்சியால் தாவரங்களில் கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் அடங்கியுள்ள கதிரியக்கக் கார்பனை அணுவிற்கும் சாதாரண கார்பன் அணுவிற்கும் இடையே உள்ள கலவை விகிதாச்சாரமும் மெல்ல மெல்லக் குறையத் தொடங்கும்.

மாறிவரும் இந்த விகித அளவே தாவரத்தின் அல்லது கரிமப்பொருளின் வாழ்நாளின் காலங்காட்டி ஆகும். முதிர்ந்து

தாவரத்தின் அல்லது கரிமப்பொருளின் வாழ்நாளின் காலங்காட்டி ஆகும். முதிர்ந்த மரங்களின் வயதை அவற்றின் வளையங்களோடு ஒப்பிட்டு இந்தக் கதிரியக்கக் கார்பன் வாழ்நாள் (radioactive dating) முறையின் துல்லியத்தன்மை மெய்ப்பிக்கப்பட்டு விட்டது.

கி.பி.1900இல் கிழக்குச் சைபீரியாவின் பெரெருஸ்வ்கா நதிப்பள்ளத்தாக்கில் ஒரு ரஷிய வேட்டைக்காரரால் கண்டறியப்பட்ட ராட்சத யானையின் மண்டையோடு 39000 ஆண்டுகளுக்கு முந்தியது என்று கதிரியக்கக் கார்பன் காட்டுகிறது. இது பிரான்சில் காம்பரெல்லி குகை ஓவியங்கள் காட்டும் முடி அடர்ந்த பேராணையின் மண்டையோடாக இருக்கலாம். ஆர்க்டிக் வட்டாரத்தில் ஏறத்தாழ 100 கி.மீ. பகுதிக்குள் பனி மூடிய பேராணைச் சடலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவ்வாறே அலாஸ்காவிலும் சைபீரியாவிலும் பனிப்படிவங்களுள் தோண்டி எடுக்கப்பட்டது. பைசன் (bison) என்னும் ஒரு வகைக் காட்டெருமையாகும். அது வாழ்ந்த காலம் 28000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டதாகும். ஏறத்தாழ 6½ கோடி ஆண்டுகளுக்கு முந்தி டினோசார் (dinosaur) என்னும் இராட்சத விலங்கு வாழ்ந்து மறைந்ததும், 1 லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் ஆதி மனிதன் வாழ்ந்ததும், மொஹஞ்சோ - தாரோ மற்றும் இந்துச் சமவெளி நாகரீகங்கள் கி.மு.25000ல் நிலைபெற்றிருந்தும் கதிரியக்கக் கார்பனை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆராயப்பட்டவையாகும்.

சு. முத்து

## புவென்னா

இக் கொடியின் தாவரப் பெயர் சர்கோஸ்டிக்மா கிளினி (Sarcostigma kleini) என்பதாகும். இது இகாசினேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இந்தியாவில் பசுமை மாறாக் காடுகளில் தெற்கே கொங்கணம் முதற்கொண்டு மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையின் அடிவாரத்தில் ஆணைமலை மற்றும் கேரளக் குன்றுகள் வரையுள்ள பகுதிகளில் இது காணப்படுகிறது.

வளரியல்பு. இது பெரிய புதர் போன்ற ஏறு கொடி ஆகும். இதன் இலைகள் நீள் சதுரமானவை. நீள் சதுரம் - ஈட்டி வடிவாகவும் முட்டை வடிவாகவும் இருக்கும். இலைக் கோணங்களில் உண்டாகும் நுண்ணிய ஒருபால் மலர்கள் மஞ்சள் நிறமானவை. மஞ்சரி ரெசீம் ஆகும். பெண் பூக்கள்

ஆண் பூக்களை விடச் சற்றுப் பெரியவை. ஓரளவு தட்டையான சதைப்பற்றுள்ள ஆரஞ்சுச் சிவப்பு அல்லது ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிறமான கனி, சதைக்கனி (drupe) வகையைச் சார்ந்தது.

பயன். கனியை உண்ணலாம். கனியும் விதையும் கீல்வாத்தைப் போக்கும். விதையிலிருந்து எண்ணெய் எடுத்து விளக்கு எரிக்கலாம். ஆனால் எண்ணெய் கண்ணில் பட்டால் தீமை பயக்கும். எண்ணெயில் ஒலியிக் அமிலமும், லினோலிக் அமிலமும் உள்ளன. எண்ணெய் எடுத்த பின் உள்ள சக்கையில் கால்நடைத் தீவனத்திற்கு ஏற்ற புரதம் உள்ளது. இப்புரதத்தில் கிளைசின், அலனின், அஸ்பார்டிக் அமிலம், குளுட்டாமிக் அமிலம், சீரைன், திரியோனைன், லியூசின், ஆர்ஜினைன், ஹிஸ்டிடின், லைசின், புரோலின், டைரோசின் முதலிய அமினோ அமிலங்கள் அடங்கியுள்ளன. பட்டையை உலர்த்திப் பொடித்துத் தேன் கலந்து கீல்வாதம், தொழுநோய் குணமாகத் தருவதுண்டு.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புழலிடல்

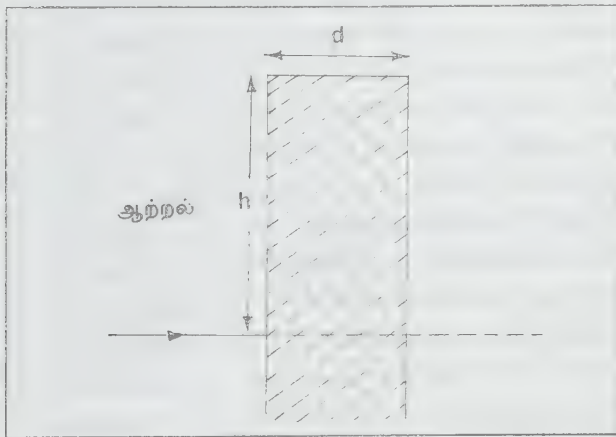
ஒரு மின் கடவாப் பொருள் தன்னூடாக எலெக்ட்ரான்களை ஓட அனுமதிக்காததன் காரணமாகவே அதற்கு மின் கடத்தும் திறன் ஏற்படுவதில்லை. ஆனாலும் மின்கடவாப் பொருளின் தடிமன் மிகவும் குறைவாக இருக்கும்போது அதில் எலெக்ட்ரான்கள் ஓட முடிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக இரண்டு செப்புக்கம்பிகளை வெற்றிடத்தில் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாக ஆனால் ஒன்றையொன்று தொடாமல் வைத்தால் வெற்றிடத்தில் ஊடாக இரண்டுக்கும் இடையில் மின்னோட்டம் பாயக்கூடாது. ஏனெனில் வெற்றிடம் மின்சாரத்தைக் கடத்தாது. ஆனால் உண்மையில் இந்த ஆய்வை செய்து பார்க்கும்போது, கம்பிகள்  $50 \times 10^{-8}$  செ.மீ. அளவில் இடைவெளியுடன் இருக்கும் போதே ஒரு சிறிய மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. கம்பிகளுக்கிடையிலான தொலைவு மேலும் குறையும் போது இம்மின்னோட்டத்தின் வலிமை அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு மின்னோட்டம் ஏற்படக்கூடாது என எதிர்பார்க்கப்படுகிற மெலிந்த மின்கடவா ஊடகங்களின் வழியாகத் தோன்றுகிற மின்னோட்டப் பாய்வு நிகழ்ச்சி எலெக்ட்ரான் புழையிடல் (electron tunneling) எனப்படுகிறது.

இத்தகைய புழையிடல் எலெக்ட்ரான்களுக்கு மட்டுமே உரியது அன்று. ஒரு தடையைச் சந்திக்கும் அனைத்துப்



பொருள்களுக்கும் ஏற்படுவதே. ஒரு பந்தைச் சுவரில் மோதும் படி வீசினால் அது சுவரில் பட்டு எதிர்பலிக்கப்படுகிறது. ஆனால் சுவர் மிகவும் மெல்லியதாக இருந்தால் பந்து சுவரைத் துளைத்துக் கொண்டு சென்று விடுகிற வாய்ப்பும் இருக்கிறது. இந்தக் கருத்து குவாண்டம் எந்திரவியலிலிருந்து தோன்றியது. இக்கருத்தைப் பயன்படுத்தி 1920ஆம் ஆண்டின் பிற்பகுதியிலும் 1930ஆம் ஆண்டின் முற்பகுதியிலும் பல நிகழ்வுகள் விளக்கப்பட்டன. 1957ஆம் ஆண்டில் ஏசாகி என்பார் குறைகடத்திகளின் வழியாக எலெக்ட்ரான்கள் புழலிடுவதையும், 1960ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் கியாவர் என்பார் எலெக்ட்ரான்கள் மின்கடவாப் பொருள்களை ஊடுருவிச் செல்வதையும் விளக்க இக்கருத்தைப் பயன்படுத்தினார். எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு மிகு மின் கடத்தி உலோகத்திற்குள் புழலிட்டுப் புகுந்தாலோ, அதற்குள்ளிருந்து புழலிட்டு வெளியேறினாலோ, மிகுமின் கடத்தியைப் பற்றிக் குறிப்பிடத்தக்க விவரங்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவியாக இருக்கும் எனவும் கியாவர் காட்டினார். 1962ஆம் ஆண்டில் ஜோசப்சன் என்பார் மிகு மின் கடத்திகளில் தோன்றுவதைப் போன்ற எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள், மின்கடவாப் பொருள்களிலும் புழலிட்டுப் பாய முடியும் என உரைத்தார். புழலிடுதலைப் பற்றிய ஆய்வுகளுக்காக ஏசாகி, கியாவர், ஜோசப்சன் ஆகிய மூவரும் 1973ஆம் ஆண்டுக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றனர்.

பொதுவாக இந்த விளைவு மிகவும் சிறியது. ஓர் எலெக்ட்ரான் ஒரு மின்கடவாப் பொருளை அணுகுவதாகக்



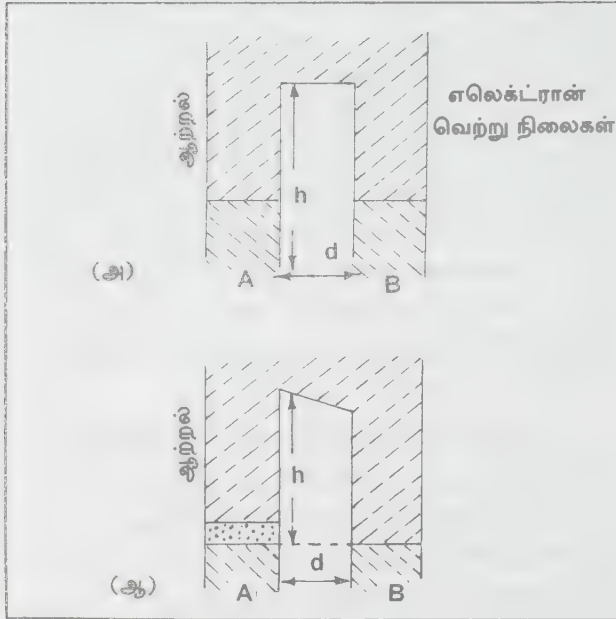
**படம் 1. எலெக்ட்ரான் h உயரமும் d தடிமனுள்ள மின்னழுத்த மதிலைச் சந்திக்கிறது**

அ.க.15-46அ

கொள்ளலாம். மின் கடவாப் பொருள் h எலெக்ட்ரான் வோல்ட் உயரமுள்ள மின்னழுத்த மதிலைப் பெற்றிருப்பதாகவும் கருதலாம். (படம்-1) மின் கடவாப் பொருளின் அகலம் d ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு எனலாம். எலெக்ட்ரான் h எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ளதாக இருந்தால் அது மின்கடவாப் பொருளின் ஊடாக எளிதில் கடந்து சென்றுவிடும். போதுமான ஆற்றலுடன் வீசப்படுகிற ஒரு பந்து ஒரு சுவரின் மேலாகத் தாண்டிச் சென்று விடுவதை ஒத்ததே இது. h எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் குறைவான ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான் எத்தனை முறை மதிலைத் தாண்ட முயன்றாலும் பந்து சுவரில் பட்டு மீளவருவதைப் போலத் திரும்பி விடும் எனப் பழங்கொள்கை கூறுகிறது. ஆனால் குவாண்டம் எந்திரவியலின்படி இதை விவரிக்கும்போது எலெக்ட்ரானின் அலைத்தன்மை மின்கடவாப் பொருளில் திடீரென மறைந்து விடுவதில்லை எனவும் மதிலுக்குள்ளாக மெல்ல மெல்லச் சிதைகிறது எனவும் கூற வேண்டும். மதில் மிக மெல்லியதாக இருந்தால் மதிலுக்கு மறுபுறத்திலும் கூட அலைத்தன்மை ஓரளவு எஞ்சியிருக்கும். எனவே எலெக்ட்ரான் மதிலின் மறுபுறத்தில் தோன்றக்கூடிய வாய்ப்பும் பெற்றிருக்கிறது. இவ்வாய்ப்பு புழலிடல் நிகழ்தகவு (tunneling probability) எனப்படும். அது தோராயமாக  $P = e \times p(-dh^{1/2})$  எனக் குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு d ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகிலும், h எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டிலும் அளக்கப்படும். வழக்கமாக, h, 2 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குச் சமமாயிருக்கும். எனவே நூறு ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுக்குச் சமம் எனில், P,  $10^{-62}$  ஆகும். d, 36 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுக்குச் சமமானால், P,  $10^{-18}$  ஆகவும், d, 10 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுகளாயிருக்கும் போது, P,  $10^{-6}$  ஆகவும் காணப்படும்.

ஒரு படிசத்தில் இரண்டு அணுக்களுக்கிடையிலுள்ள சராசரித் தொலைவு 3 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகாகும். எனவே மின்கடவாப் பொருள் இரண்டு அல்லது மூன்று அணுப்படல அளவே தடிமனுள்ளதாயிருக்கும்போதும் எலெக்ட்ரான் அதைக் கடந்து செல்வதற்கான நிகழ் வாய்ப்பு பத்து லட்சத்தில் ஒன்றாகவே இருக்கிறது. இவ்வளவு குறைவான நிகழ் வாய்ப்பு இருந்த போதிலும், புழலிடல் நிகழ்வைக் காண முடிவது வியப்பைத் தருகிறது. ஆனால் ஒற்றை எலெக்ட்ரானுக்குப் பதிலாக கன செ.மீட்டருக்கு ஏறத்தாழ  $10^{22}$  எலெக்ட்ரான் அளவில் எலெக்ட்ரான்கள் நிறைந்த ஓர் உலோகத்தை வைக்கும்போது புழலிடலின் காரணமாக அளவிடக்கூடிய மின்னோட்டத்தைப் பெறமுடியும். h உயரமுள்ள மின்னழுத்த மதிலின் இருபுறங்களிலும் A, B

எனவும் திரண்டு உலோகங்கள் உள்ளனவாகக் கருதலாம் (படம்.2). அவற்றில் எலெக்ட்ரான் நிலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில் அமைந்திருக்கலாம். ஆற்றல் செங்குத்து அச்சிலும், எலெக்ட்ரான் நிலை அடர்த்தி கிடை அச்சிலும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. A, B ஆகியவற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் சிறு ஆற்றல் நிலைகளில் உள்ளன. எனவே இந்த நிலைகள் ஃபெர்மி ஆற்றல் அளவு வரை நிரப்பப்பட்டிருக்கும். A-யிலிருந்து B-க்கு மின்னழுத்தம் எதுவும் செலுத்தப்படாத போது, இரண்டிலுமுள்ள ஃபெர்மி மட்டங்கள் ஒரே மட்டமட்டத்திலிருக்கின்றன. ஒரு மின்கலத்தின் உதவியால் இரண்டிற்கும் இடையில் ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாட்டைத் தோற்றுவித்தால், A-யிலுள்ள ஃபெர்மி மட்டம் உயருகிறது. இரண்டு உலோகங்களிலுமுள்ள ஃபெர்மி மட்டங்களுக்கிடையிலான வேறுபாடு, செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்குச் சமமாக இரு எலெக்ட்ரான் நிலைகள் இருக்கும் (படம்.2). இந்த எலெக்ட்ரான் ஒவ்வொன்றும் புழலிடல் மூலமாக B-யை அடைய P என்னும்



படம் 2. மின்கடவா மாறிலியின் இருபுறமும் உலோகங்கள் அமைந்த சான்ட்விச்

(அ) மின்னழுத்தம் செலுத்தப்படாத நிலை

(ஆ) மின்னழுத்தம் செலுத்தப்பட்ட நிலை

திகழ்வாய்ப்பைப் பெற்றிருக்கிறது. எனவே மின்கடவாப் பொருளின் ஊடாக ஒரு புழலிடல் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இது புழலிட முயலுகின்ற பல எலெக்ட்ரான்களின் காரணமாகத் தோன்றிய நிகர விளைவு ஆகும்.

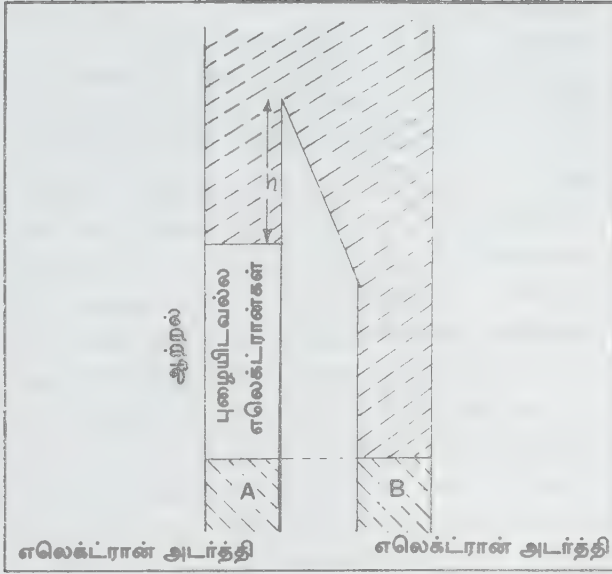
A, B ஆகியவற்றுக்கு இடையில் செலுத்தப்படும்  $eV$  என்னும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மதில் உயரமான  $h$ -ன் ஒரு சிறிய பின்னமாக இருக்கும் வரை மின்னோட்ட அடர்த்தி

$$J = (3 \times 10^{10} \sqrt{h/d} \exp(-d\sqrt{h}))V \text{ ஆம்பியர்/செ.மீ.}^2 \text{ ஆகும்.}$$

$h = 2eV$ ,  $V = 0.01$  வோல்ட்,  $d = 100$  ஆ.அலகு எனில் மின்னோட்ட அடர்த்தி  $= 10^{-55}$  ஆம்பி/செ.மீ<sup>2</sup>.  $d = 30$  ஆ.அலகு ஆக உள்ளபோது மின்னோட்ட அடர்த்தி  $5 \times 10^{12}$  ஆம்பியர்/செ.மீ<sup>2</sup> ஆகவும்,  $d = 10$  ஆ.அலகு ஆக உள்ள போது  $30$  ஆம்பியர்/செ.மீ<sup>2</sup> ஆகவும் அதிகரிக்கிறது. எனவே  $10 - 30$  ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு தடிமனுள்ள மின்கடவாப் படலங்களில் மட்டுமே புழலிடல் விளைவைக் காண முடியும்.  $eV$  என்னும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்னழுத்த மதிலின் உயரமான  $h$ -ஐ விட மிகுந்தால் மதில் படம் 3 இல் காட்டியுள்ளபடி உருக்குலைவு அடைகிறது. சில எலெக்ட்ரான்கள் மின்கடவாப் பொருளுக்குள் புழலிட்டு நுழைந்து B-க்குச் செல்லாமல் அங்குள்ள அனுமதிக்கப்பட்ட நிலைகளிலேயே அமர்ந்துவிடுகின்றன. அப்போது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தினால் புழல் மதிலின் தடிமன் மாறிவிடுகிறபடியால்,  $V$  அதிகரிக்கும்போது மின்னோட்டம் அடுக்குக் குறி வடிவில் (exponentially) கூடுகிறது.

$10 - 30$  ஆ.ஆலகு தடிமனுள்ள மின்கடவாப் படலங்களை உருவாக்குவது கடினமன்று. வெற்றிடத்தில் ஓர் உலோகத்தை வைத்துச் சூடாக்கினால் அது முதலில் உருகிப் பின்னர் கொதிக்கிறது. அப்போது உலோக அணுக்கள் வெற்றிடத்தில் அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவி அவை சந்திக்கிற பரப்புகளில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. அந்த வெற்றிடத்தில் ஒரு கண்ணாடித் தகட்டை வைத்தால் அதன் மேல் உலோக அணுக்கள் ஒட்டி விரைவிலேயே ஒரு மெல்லிய உலோகப் படலம் உண்டாகி விடுகிறது. இந்தச் செயல் முறைக்கு வெற்றிட ஆவியாக்கல் என்று பெயர். இதன் மூலம் தூய பரப்புள்ள உலோகப் படலங்கள் கிடைக்கின்றன. இத்தகைய ஓர் உலோகப் படலம் உருவான உடனே அதைக் காற்றில் திறந்து வைத்தால் உலோக அணுக்கள் ஆக்சிஜனுடன் வினை செய்து இணைந்து விரைவிலேயே ஓர் ஆக்சைடு படலம் உருவாகி விடுகிறது. பொதுவாக ஆக்சைடுகள் சிறந்த மின்கடவாப் பொருள்கள். இத்தகைய



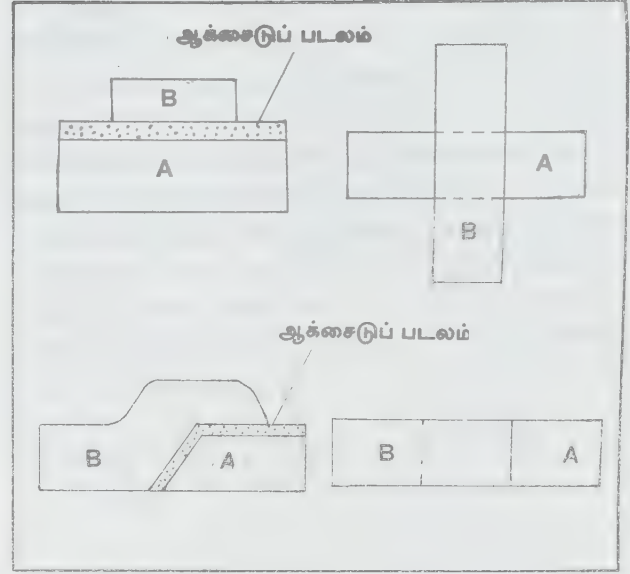


படம் 3. மின்னழுத்த மதிலை விட மிக அதிகமான உயர் மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்துகையில் ஏற்படும் புழலிடல்

ஆக்சைடு படலங்கள் பல சமயங்களில் எலக்ட்ரான் புழலிடலை அனுமதிக்கிற சரியான தடிமனுள்ளவையாக அமைகின்றன எனக் கியாவார் காட்டினார். அவை ஓர் உலோகத்தின் மேல் உருவாவது வசதியானது.

அந்த உலோகத்தை படம் 2இல் உள்ள A உலோகமாகக் கொள்ளலாம். இப்போது B என்னும் வேறு ஓர் உலோகத்தை வெற்றிட ஆவியாக்கல் முறையில் இந்த ஆக்சைடு படலத்தின் மேல் படிய விட்டால், ஒரு மெல்லிய ஆக்சைடு படலத்தின் இருபுறத்திலும் உலோகங்கள் கிடைக்கிறது. இந்த அமைப்பு பொதுவாகப் புழல் சந்தி (tunnel junction) எனப்படுகிறது. படம் 4 இல் இத்தகைய புழல் சந்திகளின் இரண்டு பரவலாகப் பயன்படும் வகைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. முதல் வகையில் இரண்டு உலோகப் படலங்கள் சிலுவை வடிவத்தில் பொருந்தியுள்ளன. இரண்டாம் வகையில் உலோகப் படலங்களில் ஒன்று நீளவாக்கில் மற்றதன் மேற்படருகிற வகையில் பொருந்த வைக்கப்படுகிறது.

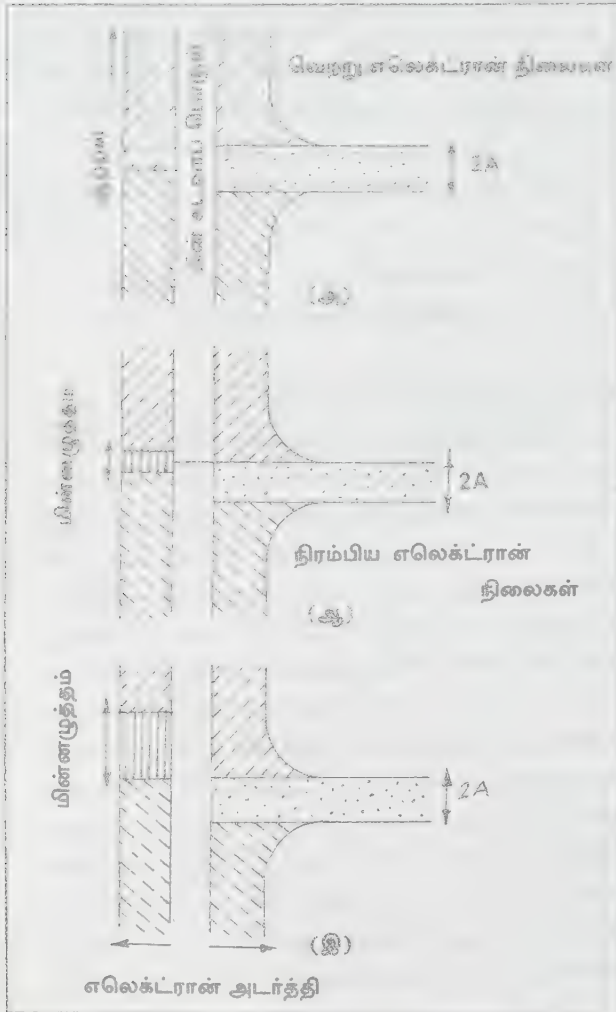
முதல் வகைப் புழல் சந்தியில் இரண்டு உலோகப் படலங்களுக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அதிகரித்தால் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் புழல் மின்னோட்டம் தோரோக்கில் அதிகரிப்பதையும், உயர் மின்னழுத்தத்தில் அடுக்குக் குறித் தன்மையில்



படம் 4. மெல்லியப் படலப் புழல் சந்திகளை அமைக்கும் இருமுறைகள்

அதிகரிப்பதையும் கியாவார் கண்டார். அப்போதும் கூடப் புழலிடல் நிகழ்வதைக் காட்டக்கூடிய அளவுக்கு மெல்லிய ஆக்சைடு படலங்கள் உருவாக முடியும் என்பதைக் கருத முடியவில்லை. இரண்டு உலோகப் படலங்களில் ஒன்று ஒரு மிகு மின் கடத்தியாக அமைக்கப்பட்ட போது புழலிடல் நிகழ்வதற்கான உறுதியான சான்று கிடைத்தது. மிகு மின் கடத்திகளில் படம் 5இல் காட்டியிருப்பதைப் போன்று எலக்ட்ரான் நிலைகளில் ஓர் ஆற்றல் இடைவெளி (energy gap) அமைந்திருக்கிறது. இந்த இடைவெளி ஃபெர்மி மட்டத்திற்கு இருபுறமும் சமச்சீர்மையாக உள்ளது. அதன் மொத்த அகலம்  $2\Delta$  ஃபெர்மி மட்டத்திற்கு  $\Delta$  கீழேயுள்ள பகுதியில் உள்ள நிலைகளில் அமர்கின்ற எலக்ட்ரான்கள் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல ஆற்றல் இடைவெளிக்குச் சற்று கீழே மிக வலுவான, குறுகிய முகடாகக் குவிகின்றன. அதே போல ஆற்றல் இடைவெளிக்குச் சற்று மேலே காலியான எலக்ட்ரான் நிலைகளின் முகடு அமைகிறது. படம் 5a இல் A, B ஆகியவற்றுக்கிடையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு செலுத்தப்படாத நிலை காட்டப்பட்டிருக்கிறது. சாதாரண உலோகமான A-இல் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மிகுமின் கடத்து உலோகமான B-இன் ஆற்றல் இடைவெளிக்குள் புகமுடியாது. ஏனெனில் இந்த ஆற்றல் இடைவெளிப் பகுதிக்குள் எலக்ட்ரான்கள் அனுமதிக்கப் படுவதில்லை. ஒரு மின்கலத்தை இணைத்து A மின்

மின்னழுத்தத்தை B ஐ விட அதிகமாக இருக்கும் படி உயர்த்தலாம். இம் மின்னழுத்த வேறுபாடு  $ev$ ,  $\Delta$  வை விடச் சற்றே கூடுதலாக இருக்குமானால் A-மிலிருந்து சில எலெக்ட்ரான்கள் புழலிட்டு B-இல் உள்ள எலெக்ட்ரான் நிலைகளின் அடர்த்தியின் பெரிய முகட்டுக்குள் புகுந்துவிட முடியும் (படம். 5b) மின் கலத்தின் மின்னழுத்தத்தை மேலும் கூடுதலாக்கினால் ஆற்றல் இடைவெளிக்கு மேலே உயரத்திலுள்ள நிலைகளுக்குள் எலெக்ட்ரான்கள் புழலிட்டுப் புகுகின்றன (படம். 5c). அப்போது மொத்தப் புழல் மின்னோட்டத்தின் மேல் ஆற்றல் இடைவெளியின் பாதிப்பு

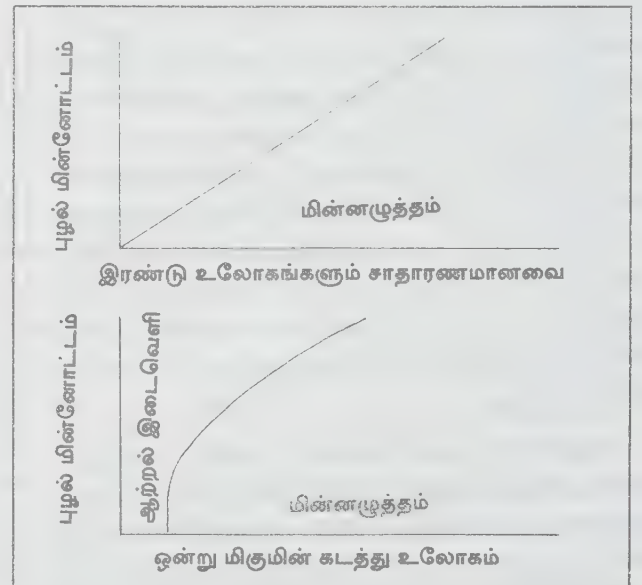


படம் 5. ஒரு சாதாரண உலோகமும் ஒரு மிகுமின் கடத்து உலோகமும் கொண்ட புழல் சத்தி; அதன் ஆற்றல் இடைவெளி  $2A$ . மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்தினால் எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் இடைவெளிக்கு மேலேயுள்ள நிலைகளுக்குள் புழலிடுகின்றன.

விரைவில் மறைந்து போகிறது.

இத்தகைய ஆய்வு ஒன்றில் புழல் மின்னோட்டம், இரண்டு உலோகங்களுக்கிடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகியவற்றுக்கிடையில் ஒரு வரைகோடு வரையப்பட்டது. இரண்டு உலோகங்களும் சாதாரண நிலையிலிருப்பவை யானால், மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கும்போது புழல் மின்னோட்டம் நேர் போக்குத் தன்மையில் உயர்கிறது (படம். 6a). ஆனால் B உலோகத்தைக் குளிர வைத்து மிகுமின் கடத்துத் தன்மையை உண்டாக்கினால், ஆற்றல் இடைவெளி திறந்து கொள்கிறது. மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் ஆற்றல் இடைவெளிக்கு நெருக்கமாக வரும் வரை புழல் மின்னோட்டம் சுழியாக இருக்கிறது. அதன் பிறகு அது விரைவாக அதிகரிக்கிறது (படம். 6b). இவ்வாறு புழலிட்டு நுழைய ஒரு மிகுமின்கடத்தி கிடைக்கும் போது, புழல் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது. இம்முறையில் புழலிடு மின்னோட்டம்-மின்னழுத்த வரைகோட்டில், மிகு மின்கடத்தியின் ஆற்றல் இடைவெளி ஏற்படுத்தும் விளைவைக் கியாவர் கண்டுபிடித்தார்.

மின்கலத்திலிருந்து கிடைக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கு, A உலோகத்தின் எலெக்ட்ரான் அடர்த்தியை B இன் மின்னழுத்தத்தை விட மேலாகவோ கீழாகவோ நகர்த்தும் தன்மை உள்ளதாகக் கருதலாம். இரண்டு உலோகங்களும் சமமான ஆற்றல் இடைவெளிகளுள்ள மிகுமின் கடத்திகளாக

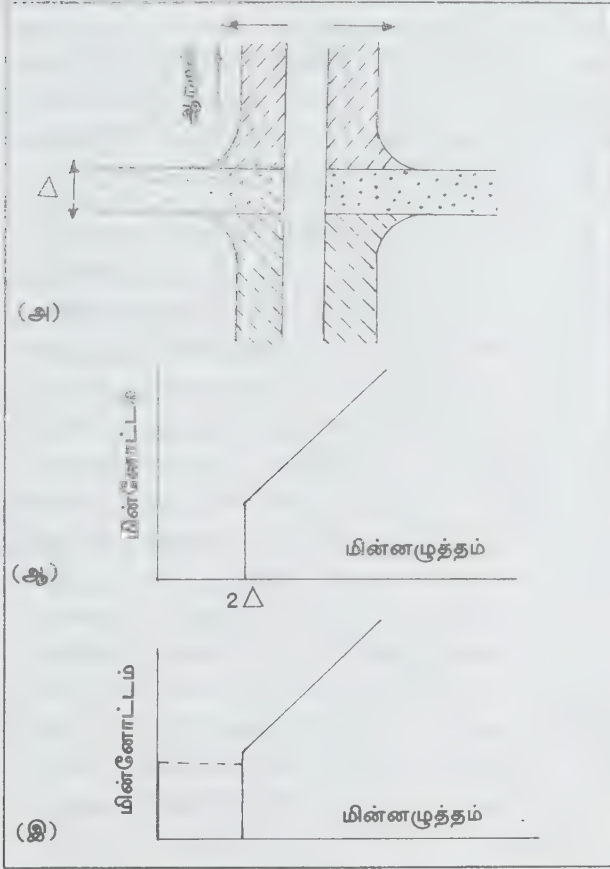


படம் 6.



இருக்குமானால் புழல் மின்னோட்டம், படம் 7ஆ இல் காட்டியிருக்கிற படி மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்து அமைகிறது.

1962இல் ஜோசப்சன் இத்தகைய ஒரு புழல் சந்தியில் ஒரு கவையான விளைவை ஊகித்து வெளியிட்டார். மிகு மின்

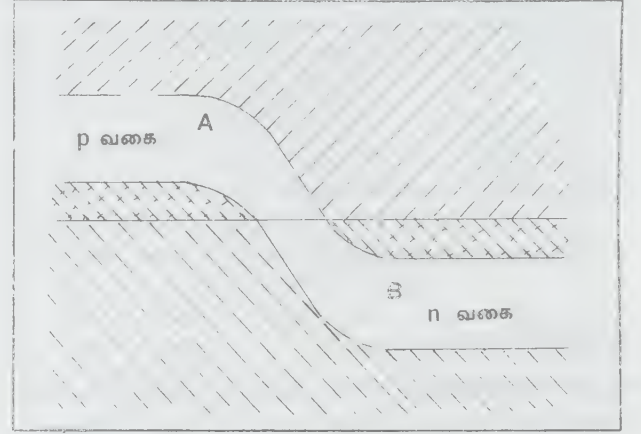


படம் 7. இரண்டு உலோகங்களும் மிகுமின் கடத்திகளாக உள்ள ஒரு புழல்சந்தி

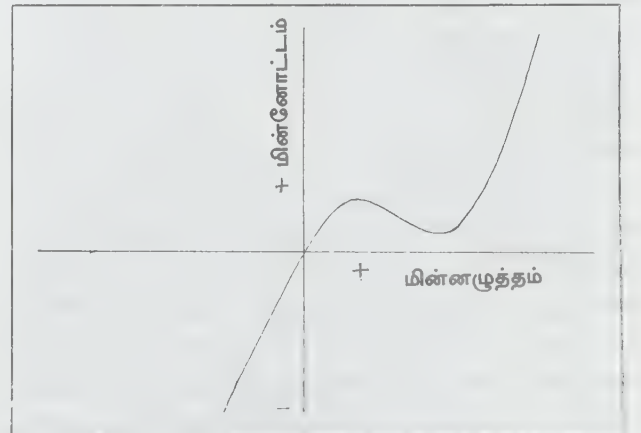
கடத்திகளில் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் உள்ளதாக அவர் கருதினார். இவை இணை பிரியாமலேயே ஆக்சைடு படலத்தின் ஊடாகப் புழலிடக் கூடியவையாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு இரட்டைகள் புழலிட்டுப் புகுவது ஜோசப்சன் விளைவு எனப்படுகிறது. இதன் காரணமாகப் பல நிகழ்வுகள் தோன்றுகின்றன: படம் (7இ) இல் காட்டியுள்ளபடி ஆக்சைடுப் படலத்தின் குறுக்கே மின்னழுத்தம் எதுவும் தோன்றாமலேயே ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பு மதிப்பு வரை ஒரு துணை மின்னோட்டம் பாய்வது இவற்றில் மிக எளிய நிகழ்வு. ஆக்சைடுப் படலம் ஒரு வலிமை குறைந்த மிகுமின்

கடத்தியாகி ஒரு மிகு மின்னோட்டத்தைப் பாய விடுவதாகக் கூறலாம்.

படம் 8 இல் அரைக்கடத்தி இருமுனையங்களில் (diodes) புழலிடல் நிகழ்வு காட்டப்பட்டுள்ளது. p வகை, n வகை அரைக் கடத்திகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் இடைப்பகுதியாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அப்பகுதியில் அரைக்கடத்தி p வகையிலிருந்து n வகையாக மாறுகிறது. ஒரு



படம் 8. p, n குறைகடத்திப் படலங்களுக்கிடையில் திரம்பிய எலெக்ட்ரான் நிலைகளும் வெற்று எலெக்ட்ரான் நிலைகளும்



படம் 9. புழல் மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையிலுள்ள உறவு

திசையில் மின்னழுத்தம் செலுத்தப்படும் போது எலக்ட்ரான்கள் A இயிலுள்ள நிலைகளிலிருந்து B-யிலுள்ள வெற்று நிலைகளுக்குப் புழலிட்டுப் பாய்கின்றன.

எதிர்த்திசையில் மின்னழுத்தம் செலுத்தப்படும் போது எலக்ட்ரான்கள் B இலிருந்து A க்குள் புழலிட்டுப் பாய்கின்றன. மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையில் வரையப்படும் வரைகோட்டில் ஓர் எதிரின் மின்தடைப் பகுதி காணப்படும். அப்பகுதியில் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது மின்னோட்டம் குறையும். இவ்விளைவு ஏசாகி இருமுனையங்கள் எனப்படுகிற பழல் இரு முனையங்களில் உண்மையில் நிகழ்வதாகக் காட்டப் பட்டுள்ளது (படம் 9).

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். C. B. Dueke, *Tunneling in Solids*, Academic Press, New York, 1969.

## புழுக்கொல்லி

வேதிச் செய்கையால் உயிருக்கு அடிப்படையாக இயக்கங்களைத் தடுத்து, அதன் வாயிலாகப் புழுக்களையும் அவற்றையொத்த விலங்கினங்களையும் கொல்லும் வேதிப் பொருள் வேதி நோக்கில் புழுக்கொல்லிகள் (Ursecticides) கனிம அல்லது கரிமப்பொருள்களாக வகையிடப்படுகிறது. பெரும்பாலானவை தொழிலகத்தில் தயாரிக்கப்படுகின்றன; சில புழுக்கொல்லிகள் பயிரினங்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. மற்றொரு வகைபடு அவை செயல்படும் முறைகளையும், அவற்றால் பாதிக்கப்படும் புழு உடல் உறுப்புக்களையும் பொறுத்தது. வயிற்று நஞ்சு (stomach poison), தொடுகை நஞ்சு (contact poison), எச்ச நஞ்சு (residual poison), புகை மூட்டப் பொருள் (fumigant), புழு விலக்குப் பொருள் (repellant), ஈர்ப்பி (attractant) ஆகிய பல புழுக்கொல்லிகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளில் செயல்புரியத்தக்கன. வயிற்று நஞ்சுப்பொருள் பயிர்களின் மீது நேரடியாகத் தெளிக்கப்படுகிறது. இலைப் பரப்பைத் துளைத்து நீர்மங்களை உறிஞ்சும் புழுவகைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு இந்நஞ்சு பயனாகிறது. புழுக்கள் மடிவதற்குத் தேவையான வேதிநஞ்சாக இது பயனாகிறது. புழுக்கள் மடிவதற்குத் தேவையான வேதிநஞ்சை நேரடியாக உறிஞ்சும் பொருட்டு எச்ச நஞ்சு துவப்படுகிறது. ஊடுருவும்

புழுக்கொல்லி (systemic ursecticide) எனும் பொருள் பயிரினால் உறிஞ்சப்பட்டு, பயிரின் பல்வேறு உறுப்புக்களுக்கும் பரப்பப்படுகிறது. இதன் விளைவாக, பயிரின் எப்பகுதியை புழு கடித்துச் சுவைப்பினும், உயிர் மாய்க்கும் அளவுக்கு நஞ்சு உட்சென்றுவிடும். புகைமூட்டம் பொருள்கள் வளிம வடிவிலோ, எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய வடிவிலோ புகுத்தப்படுகின்றன. இவை புழுக்களால் மூச்சுடன் உள்ளிழுக்கப்படுகின்றன. விலக்கு பொருள்கள் புழுக்களைப் பயிர்களுடன் அண்டவிடாது தடுக்கின்றன. புழுக்களை அவற்றின் உணவுப்பொருள் பகுதிக்குச் செல்லவிடாது வேறு பகுதிகளுக்கு ஈர்க்கின்றன.

கனிம வகைப் புழுக்கொல்லிகள். ஏறத்தாழ 45 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை காரீய ஆர்சனேட், கால்சியம் ஆர்சனேட், பாரீஸ் பச்சை (தாமிர அசெட்டோ ஆர்சனைட்), சோடியம் ஃபுளூரைடு, கிரையோலைட் (சோடியம் ஃபுளூரைடு அலுமினேட்) ஆகியன பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. ஆர்செனிக் சேர்மங்களின் புழுக்கொல்லும் திறன் அச்சேர்மங்களின் ஆர்செனிக் விழுக்காடுகளைப் பொறுத்ததாகும். காரீய ஆர்செனேட் முதன்முதலாக 1892இல் பயன்படுத்தப்பட்டது. கடித்துத் தின்னும் பூச்சிகளுக்கு எதிராக வயிற்று நஞ்சாகப் பயன்படுத்தத் தக்கது என்று மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. பருத்தியைத் தாக்கும் புழுக்களை அழிப்பதற்குக் கால்சியம் ஆர்செனேட் ஏற்றதாகும். மற்றொரு இரைப்பை நஞ்சான பாரீஸ் பச்சை உருளைக்கிழங்குப் பயிரைத் தாக்கும் வண்டினத்தை அழிக்கப் பயன்படுகிறது. ஆர்செனேட்டுகளின் நீரில் கரையும் தன்மை அவற்றின் பயனைப் பெரிதும் பாதிக்க வல்லது. கரைதிறன் கூடுதலாகவுள்ள ஆர்செனேட், தழையை (foliage) மிகையாகக் கருகச் செய்துவிடும். இவ்வகையில் கரைதிறன் மிகக் குறைவாகவுள்ள காரீய ஆர்செனேட் பாதுகாப்பானது. கால்சியம் ஆர்செனேட் சற்றே கருகச் செய்துவிடும். கரைதிறன் கூடுதலான பாரீஸ் பச்சை தழைக் கருகலை (foliage burn) மிகவும் ஊக்குவிக்கும். உணவுப் பயிர் பாதுகாப்புக்கு இம்மருந்துகளைப் பயன்படுத்தும்போது மிகுந்த கவனம் தேவை. ஏனெனில் புழுக்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் ஏனைய விலங்கினங்களுக்கும் இவ்வேதிப் பொருள்கள் நஞ்சாக விளங்குவவை. சோடியம் ஃபுளூரைடின் முதன்மையான பயன் கோழி, கால்நடை ஆகியவற்றில் தோல்மீது ஊறும் பேன் உண்ணி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதே ஆயினும் வீடுகளிலும், உணவகங்களிலும் மிகுதியாகக் காணப்படும் கரப்பான், பூச்சிகளைக்



கொல்லவும் பெரிதும் துணை புரிகிறது. பயிர்களுக்கு நஞ்சாக (phytotoxic) இருப்பதால் பயிர்ப்பாதுகாப்புக்கு ஏற்றதன்று. குறைந்த கரைதிறனும், தாவர நச்சின்மையும் பெற்றிருப்பதால் கிரையோலைட் மெக்சிகன் வண்டு தெள்ளுப்பூச்சி அணுவிவிருந்து பயிர்களைப் பாதுகாப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

கரிம வகைப் புழுக்கொல்லிகள், 1945ஆம் ஆண்டு DDT (2, 2 பிஸ் - P - குளோரோஃபினைல்) -1, 1, 1-டிரைகுளோரோ ஈதேன்) பெரிய அளவில் பயன்படுத்தப் படத் தொடங்கிய பின்பு ஆர்செனிக் தொடர்புப் புழுக்கொல்லிகள் விலக்கப்பட்டன. இரண்டாம் உலகப் போரின்போது இங்கிலாந்திலும், பிரான்சிலும், காமா - பென்சீன் ஹெக்சாகுளோரைடின் ( $\gamma$  - 1, 2, 3, 4, 5, 6 - ஹெக்சா குளோரோ, சைக்ளோஹெக்சேன் அல்லது  $\gamma$  - BHC) புழுக்கொல்லிகள் யாவற்றிலும் DDTயும்,  $\gamma$  -BHCயும் மட்டுமே மிகப்பெரிய அளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எனினும், சில புழுக்களை ஒழிக்க இவ்விரண்டுமே தக்கவை அல்ல. மேலும் சில சூழ்நிலைகளிலும் சில பயிர்களுக்கும் இவை ஏற்றவையல்ல எனத் தெரிய வந்துள்ளது. குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் வகையில் பிற புழுக்கொல்லிகளாவன:

T. D. E (2, 2 - பிஸ் - (p-குளோரோஃபினைல்) -1, 1-டைகுளோரோ ஈதேன்). மீதாக்கிசுளோர் (2, 2 - பிஸ் (p-மீதாக்கிஃபினைல்) - 2 நைட்ரோ புரோபேன் மற்றும் 1, 1- பிஸ் (p-குளோரோஃபினைல்) - 2 - நைட்ரோ புரோபேன் மற்றும் 1, 1 - பிஸ் (p-குளோரோஃபினைல் - 2 - நைட்ரோ ப்யூடேன் ஆகியவற்றின் கலவைகள்) குளோர்டேன் (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - 8, ஆக்டாகுளோரோ 2, 3, 3a, 4, 7, 7 டேட்ரானைட்ரோ 4, 7 - மெதனா இன்டேன்) ஆல்ட்ரின் (1, 2, 3, 4, 10, 10 - ஹெக்சாகுளோரோ - 1, 4, 4a, 5, 8, 8 ஹெக்சாஹைட்ரோ - 1, 4 என்டோ, எச்சோ - 5, 8 - டைமெதலோநாப்தலீன்), டையீல்டிரின், என்டிரின், டாக்சஃபீன் மற்றும் என்டோசல்ஃபீன், DDT யைவிட TDE நச்சுத்தன்மை குறைவாக அமையப்பெற்றது. செயல்திறனும் குறைவானது. இராப் பூச்சிகளின் கூட்டுப்புழு அழிப்புக்கு TDE உதவும். TDEயையும் விட நச்சுத்தன்மை குறைவான மீதாக்கிசுளோர் வீட்டு ஈக்களைக் கொல்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

பால் பண்ணைகளில் ஈக்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு மீதாக்கிசுளோர் பயன்படுத்துவதில் மிக்க கவனம் தேவை. வளையப் பெண்டாடாயின் வகைப்புழுக்

கொல்லிகளும் குளோடேன் மட்டுமே வணிக அளவுக்குத் தயாரிப்பை எட்டியுள்ளது. புகைமீட்ட வடிவுக்கு ஏற்ற இப்பொருள் கரப்பான் பூச்சிகளை ஒழிக்கவல்லது. வெட்டுக்கிளி பரவல் தடுப்புக்கு ஹெப்டாகுளோர் என்ட்ரின் வகைகள் சிறந்தன. பருத்திக்காய் மூக்கு வண்டு (cottonball weevil) ஒழிப்புக்கு டாக்சோஃபீன் சிறந்தது. குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட நைட்ரோகார்பன் வகைப் புழுக்கொல்லிகளால் பாதிக்கப்படாத தாவரம் உண்ணும் சிலந்திகள் என்டோசல்பானால் ஒழிக்கப்படுகின்றன.

புழுவின் வேதி எதிர்ப்புத்திறன். புழுக்கொல்லிகளை புழுக்கள் எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல் இருப்பது முதன்முதலாக 1947இல் அறியப்பட்டது. DDTஐச் சாதாரண ஈக்கள் எதிர்த்து நிற்பது அவ்வாண்டு தெரிய வந்தது. 1967-க்குள் DDTயினால் பாதிக்கப்படாத புழுவினங்கள் 91 என்றும், கரிம ஃபாஸ்ஃபேட்டுகளுக்கு 54 இனங்கள் ஈடுகொடுக்கின்றன என்றும், கார்பமேட் உள்ளிட்ட மற்றவகைப் புழுக்கொல்லிகளை 20 புழு இனங்கள் எதிர்க்கவல்லன என்றும் அறியப்பட்டது. குளோரின் புகுத்தப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் வகைப் புழுக்கொல்லிகளும் இரு வகைகள் உள்ளன. DDTயும் அதன் தொடர்பு பொருள்களான TDE மீதாக்கிசுளோர் ஆகியவையும் ஒருவகை, வளையடயின் சேர்மங்களான குளோர்டேன், ஹெப்டாகுளோர் ஆல்ட்ரின் BHC ஆகியன மற்றொரு வகை. புழுக்கொல்லிகள் திடீர் மாற்றம் உருவாக்குவதல்ல வாதலால் புழுக்களின் ஒருசிறு விழுக்காடேனும் கொல்லும் வேதிப் பொருளுக்கு எதிர்ப்புத் தன்மையை இயல்பாகவோ பெற்றிருத்தல் வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.

பிறவகைப் புழுக்கொல்லிகள். தொகுப்பு வகைக் கார்பமேட் புழுக்கொல்லிகள் வேளாண்மைத் துறையின் கவனத்தைப் பெரிதும் ஈர்த்துள்ளன. இவற்றுள் டைமெடன் (5, 5 - டைமீதைல் டைஹைட்ரோரிசார்சினால் டைமீதைல் கார்பமேட்) பைரோலன் (3-மீதைல்-1-ஃபினைல்-5. பைரோசோலைல்டைமீதைல் கார்பமேட்) மய்சாலன் (1-அய்சோ புரோபைல்-3-மீதைல்-5-பைரோசோலைல் டைமீதைல் கார்பமேட்) கார்பரைல் (1-நாப்தல் N-மீதைல் கார்பமேட்), பேகான் (0-அய்சோபுரோபாக்சி ஃபினைல் மீதைல் கார்பமேட்) செக்ட்ரான், டிரானிட், பைரமேட், ஃப்யூரடன் மற்றும் டெமிக் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை.

பயிர்களிலிருந்து பெறப்படும் புழுக்கொல்லிகளுக்கு முதன்மையான எடுத்துக்காட்டு புகையிலைச் சாறிலிருந்து

வடித்தெடுக்கப்படும் திகோடின் ஆகும். திகோடியானா டாபகம் எனும் தாவரத்தின் இலை மற்றும் தண்டுப் பகுதிகளிலிருந்து சாறு இறக்கல் முறையில் பிரிக்கப்படும். இவ்வால்கலாய்டு (alkaloid) ஒரு தொடுகை வகைப் புழுக்கொல்லியாகும். புகைமூட்டப் பொருளாகவும் இரைப்பை நஞ்சாகவும் பயன்படுத்துவதற்கும் ஏற்று இப்பொருள் அசுவிணிப் பூச்சி மற்றும் மெல்லுடலிகளின் ஒழிப்புக்குச் சிறந்ததாகும். தாவரத் தோற்றுவாய் கொண்ட பிற புழுக்கொல்லிகளாவன: ரோடிவோன், பைரெத்திரின்கள், சவுடில்லா மற்றும் ரயனோடின், இவ்வகையைச் சார்ந்த ஆறு ஆல்கலாய்டுகளுள் வீரியம் மிக்கது ரோடினோன் ஆகும். டெரின் எல்லிப்டிகா எனும் பயிரின் வேர்ப்பகுதியில் செறிவேற்றம் கொண்டுள்ள இவ்வால்கலாய்டு எச்ச நஞ்சு தவிர்க்கப்பட வேண்டிய சூழ்நிலைகளுக்குச் சிறந்தது. பைரந்தம் எனும் பொருள் கிரிசாந்தம் கினேரரியாபோரியம் எனும் மலர் இதழறைப் பொருளிலிருந்து சாறு இறக்கல் முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அல்லெத்தரின் எனும் பொருள் ஒரு தொகுப்புவகைப் பைரத்தினாகும். ஈ கர்ப்பான் தானியத்தைத் தாக்கவல்ல புழு ஆகியவற்றை அழிப்பதற்குச் சிறந்தது; ஏனெனில் இது மனிதர்களின் மீதோ, ஏனைய விலங்கினங்களின் மீதோ கிளைவிளைவுகளைத் தோற்றுவிப்பதில்லை.

கரிமப் பாஸ்பேரஸ் வகைப் புழுக்கொல்லிகளில் பரந்த செயல்திறன் காணப்படுகிறது. இவற்றுள் பலவும் மனிதனுக்கும் பிற சூழ்நிலையால் பாதிக்கப்படாத குருதி வெப்பநிலை (warm blooded) கொண்ட விலங்கினங் களுக்கும் நஞ்சாக அமைந்துள்ளன. முதன்மையான கரிமப் பாஸ்பேரஸ் புழுக்கொல்லிகளாவன: டைகா தன் (0.0 டைமீதைல் - 0 - (3, குளோரோ - 4 - நைட்ரோஃபீனைல்) பாஸ்பரோதயாவேட்) மாலதியான் (0.0 - டைமீதைல் -1, 2-டைகார்பிதாட்சி ஈதைல்) பாஸ்பரோடைதயோலேட்), டையசினான், டையாக்சதயான், கார்போபீனோதயான், ஈதயான், ட்ரைகுளோஃபான், டைமெதவேட், ஃபெந்தயான்.

சிரதான் (பிஸ் (டைமீதைல் அதினோ) பாஸ்பாரிக் நீரிலி) ஊடுருவும் வகையில் (systemic type) முதன்மையானது. நேரடித் தொடுகையில் அதன் நச்சுத்தன்மை மிகக் குறைவாகும். பயிரின் மீது தெளிக்கப்பட்ட பின்பு பறிஞ்சப்பட்டு, வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்பட்டு மிகை நச்சுத்தன்மை கொண்ட பொருளை உருவாக்குகிறது. இவ்விளைபொருள் அசுவிணிப் பூச்சிகளையும், தாவரம் உண்ணும் வகையைச் சார்ந்த சில சிலந்திகளையும்

கொல்லக்கூடியது. இது ஒரு தேர்ந்த செயல்முறை (selective action) கொண்ட புழுக்கொல்லியாகும். தாவரங் களிலிருந்து சாற்றை உறிஞ்சும் அசுவினைப் பூச்சிகளைத் தாக்குமேயன்றி, அவற்றைச் சூறையாடும் (predators) பூச்சி இனங்களைத் தாக்காது. பயிர்களின் வளர்ந்துவரும் பகுதிகளைப் பாதுகாப்பதற்கு மீண்டும் மீண்டும் தெளிக்க வேண்டிய கட்டாயமன்றி, ஒருமுறை தெளித்தாலே பயிர்களின் பிற பகுதிகளுக்குப் பரவும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும் புழுக்கொல்லிகளுள் சிரதான் (schradan) என்பதும் ஒன்றாகும். ஊடுருவும் இயல்பு கொண்ட பல வேதிப்பொருள் வணிக அளவில் தயாரிப்பதற்கு ஏற்றவையாக உள்ளன. அவற்றுள் முதன்மையானவை: டைமெடான், டைசல்படான், ஃபோரேட், மெலின்ஃபாஸ் ஆகியன. கால்நடைகளின் மீது வாழும் ஒட்டுண்ணிகளின் கட்டுப்பாட்டுக்குக் கரிமப் பாஸ்பேரஸ் புழுக்கொல்லிகள் பயனாகின்றன. 1958இல் கால்நடைகளை ஒட்டும் வண்டினப்புழுக்களை அழிக்க ஓரளவு வணிக நோக்கில் காமாஃபாஸ் ஆகியன தயாரிக்கப்பட்டன. காமாஃபாஸ் தெளித்தல் வாயிலாகக் கால்நடைகளின் உடல்மீது பரப்பப்படுகிறது. ரோனெல் உடலினுள் செலுத்தப்படுகிறது. டைமெதவேட், ஃபெந்தயான், ஃபாம்ஃபர் மெனசான் ஆகியன இதே பயனுக்கு உரியவையாகும். நரம்பு மண்டலத்தில் தூண்டு இயக்கத்தைப் பரப்புவதற்கு உதவும் கோலின்ஸ்டியரேஸ் (colinestearase) எனும் நொதியின் அடிப்படைச் செய்கையைத் தடுப்பதன் வாயிலாகக் கரிம பாஸ்பேட் புழுக்கொல்லிகள் செயல்புரிகின்றன. ஃபீனைல் எஸ்டரேஸ்களையும் நிலைகுலையச் செய்ய வல்லது இவ்வகைப் புழுக்கொல்லியாகும். இப்பாஸ்பேட்டுகள் நொதி மூலக்கூறுடன் நேரடி இணைப்பு எய்துவதால் நொதிக்கு நிலைக்குலைவு தோன்றுகிறது. பாஸ்பரோ தயோனேட்டுகள் ஓரளவே செயல்திறன் படைத்தவை; எனினும், பாஸ்பேட்டுகளாக ஆக்சினேற்றம் அடைந்தவுடன் செயல்திறன் கூடுதலாக அமையும்.

சேர்க்கைத் தீவிரம் (Synergism). சில வேதிப் பொருள்களுக்குப் புழுக்கொல்லித் திறன் முற்றிலும் இராது. ஆனால் சில புழுக்கொல்லிகளுடன் கலப்பதால் அவற்றின் செயல்திறன் உயர்த்தவல்லனவாக இருக்கும். பைரித்ரின் வகைப் பொருள்களின் செயற்பாட்டை உயர்த்துவதற்கு அவற்றுடன் பிபரனாயில் பியூடாக்சைடு (piperanoyl butoxide), சேசமக்ஸ் (sesamex), டிரோபிடால் (tropital) ஆகியவற்றைச் சேர்க்கலாம்.



**சில முதன்மையான புழுக்கொல்லிகளும்,  
அவற்றின் வேதிப் பெயர்களும்**

புழுக்கொல்லி	வேதிப்பெயர் (தொகுதிகளின் இருக்கை குறிப்பிடப்படவில்லை)
டி. டி. டி (D.D.T)	டைகுளோரோ டைஃபீனைல் டிகரை குளோரோ ஈதேன்,
டி. டி. இ (T.D.E)	டெட்ராகுளோடை ஃபீனைல் ஈதேன்
டி. சி. பி. எம் (D.C.P.M)	டைகுளோரோஃபீனாக்சி மீதேன்
பி. எச். சி. (B.H.C)	ஹெக்சாகுளோரோசாக்ளோ ஹெக்சேன் (பென்சீன் ஹெக்சாகுளோரைடு)
லின்டேன் (கமாக்சின்)	காமா - குளோரோசைக்ளோஹெக்சேன் (பென்சீன் ஹெக்சா குளோரைடு)
குளோடேன்	ஆக்டாகுளோரோஹெக்சாஹைட்ரோ மெதனோ இன்டேன்
டி. ஈ. பி. பி. (T. E. P. P)	டெட்ராஈதைல் பைரோஃபாஸ்ஃபேட்
ஆல்ட்ரின்	ஹெக்சாகுளோ ஹெக்சாஹைட்ரோ எக்சோ டைமெதனோ நாப்தலீன்
பாரதியான் (parathion)	டைஈதைல் நைட்ரோ ஃபீனைல்தயோ பாஸ்ஃபேட்
மாலதியான் (malathion)	டைமீதைல் டைதயோ பாஸ்ஃபேட் - டைஈதைல் மெர்காப்டோ சக்சினேட்
டார்டார் எமெடிக் (tartar emetic)	பொட்டாசியம் ஆன்டிமனைல் டார்ட்ரேட்

வடிவமைப்பும் பயன்படுத்தும் முறையும். புழுக் கொல்லிகளின் முழுத்திறனையும் பெறுவதற்கு அவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டிய வடிவம் மிகவும் இன்றியமையாதது. பொதுவாக வடிவமைப்புகளாவன: தூள், (தூசு), நீரில் சிதறிய நிலை பால்மம் மற்றும் கரைசல் உடன் சேர்க்கப்படும் பொருள்களுள் தூசு தாங்கி (dust carrier) கரைப்பான், பால்மாக்கி, நனைப்பூட்டி (wetting agent), நாற்ற நீக்கி, சேர்க்கைத் தீவிரவகைப் பொருள்கள் (synergist),

ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பான் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. மண்ணினுள் மிகுந்துள்ள புழுக்களைக் கொல்வதற்கு ரவை வடிவிலான (granular) மருந்து ஏற்றதாக அறியப் பட்டுள்ளது. புழுக்கொல்லியைத் தெளிக்கும் நேரமும் முதன்மையானது. தூசி வடிவில் தெளிப்பதற்கு விடியற் காலை நேரமே சிறந்தது. அந்நேரத்தில் பயிரின்மீது பனி பெய்திருக்குமாதலால், பீச்சப்படும் புழுக்கொல்லித் தூள் பெரும்பாலும் பயிரின் பல்வேறு பகுதிகளின் மீது ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். மேலும், விடியற்காலையில் பொதுவாகக் காற்றும் சீராகவே வீசும். கரைசல்களாகவோ, கூழ்மங் களாகவோ தெளிப்பதற்குப் பெரிய, சற்றே சிக்கலான அமைப்புக் கொண்ட கருவித் தேவைப்படும். கொல்வதற்கு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட புழுவின் வாழ்க்கைக் காலத்தில் எக்கட்டத்தில் அது வேதிப்பொருள் தாக்கத்தால் எளிதில் அழிக்கப்படக்கூடும் என்று ஆராய்தல் கட்டாயத் தேவையாகும்.

கடந்த இருபதாண்டுகளுக்கும் மேலாக, செயற்கை முறையில் தொகுக்கப்பட்ட புழுக்கொல்லிகளால் சுற்றுப்புறச் சூழல் - மனிதன், வீட்டு மற்றும் காட்டு விலங்கு, மண்ணில் வாழும் நுண்பயிர் விலங்கினங்கள் (microflora and fauna) நீர்வாழ் உயிரினங்கள் ஆகியன பெரும் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகியுள்ளன. இவ்வேதிப் பொருள்களினால் உயிரினங்களுக்கு நன்மை பயக்கும் புழுக்கள் எவ்வாறு பாதிப்புக்குள்ளாகின்றன என்பதும் விரிவாக ஆராயப்பட்டு வருகிறது. இதன் விளைவாகப் புழுக் கட்டுப்பாட்டில் ஓர் ஒருங்கிணைப்புத் திட்டம் (integrated pest control method) உருவாகியுள்ளது. புழுக் கொல்லிகளை எதிர்க்கும் திறனை வளர்த்துக் கொள்ளும் புழுக்கள், பயன்பட்டது போக எஞ்சியுள்ள புழுக்கொல்லி மண்ணில் தேக்கம் குறிப்பிட்ட வகைப் புழுக்கள் தோன்றக்கூடிய சூழ்நிலைக்கு முன்னோடி நிலை ஆகியன பற்றி நன்கறிந்து, இவற்றினுள் ஒன்றுக்கொன்று இருக்கக்கூடிய ஆராய்தல் இந்த ஒருங்கிணைப்புத் திட்டத்தின் அடிப்படையாகும்.

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

## புழுதிப் புயல்

பெருமளவிற்குப் புழுதி மேகத்தைக் கொண்ட கூழ்ன்று கூழ்ன்று எழுப்புகின்ற புழுதிப் புயல் (dust storm) நிலத்தியலில் பாதிப்பையும், மாற்றங்களையும் உருவாக்கக்

கூடியது. புழுதிப் புயல் மிக வேகமாக பெரும் மண் பரப்பைக் கடத்திச் செல்லக்கூடிய திறன் படைத்ததாகும். சான்றாக ஓர் ஆற்றின் கடத்தும் வேகத்தையும், கடத்தப்படும் பொருளின் அளவையும் விட, புழுதிப் புயல் பன்மடங்கு ஆற்றலுடன் செயல்படக்கூடியது. மிகப் பெரிய ஆறுகளுடைய அகலம் 2 - 3 கி.மீ. என்றால், பெரிய புழுதிப் புயலினுடைய அகலமோ 300 - 500 கி.மீ. பரவியிருக்கும். ஆறு 5 - 10 கி.மீ./மணி வேகத்தில் அரித்தெடுத்து வரும் பொருள்களைக் கடத்தும்போது, புழுதிப் புயல் 60 கி.மீ./மணி வேகத்தில் கடத்தும் திறன் வாய்ந்தது. வறண்ட நிலப்பகுதிகளில் மேற்பரப்பிலுள்ள மண், காற்றால் அரிக்கப்பட்டு, புழுதிப் புயலாகிக் கடத்திச் செல்லப் படுகிறது. புழுதிப் புயலால் கடத்தப்பட்ட பெரும் படிவுகளை ஸ்டெப்பி புல்வெளிப் பகுதிகளிலும் காணலாம்.

புழுதிப் புயல் மிக வேகமாக வீசும்போது, காற்று மூலுவதிலும் திணற வைக்கும் வகையில் புழுதி நிரம்பியிருக்கும். புழுதிப் புயலின் அடிப்பகுதியில் பெரிய அளவிலான மண் துகள்களும் உயரே செல்லச் செல்ல நுண்ணிய மாவுப் போன்ற துகள்களும் காணப்படும். கனத்த புழுதிப் புயலின்போது பகல் இரவைப் போன்று இருண்டிக் காணப்படும். இத்தூசிகள் இயுக்கமான மூடிய கட்டடங்களில் கூட ஊடுருவ வல்லவையாகக் காணப்படும்.

புழுதிப் புயல் பல சமயங்களில் குறாவளிக் காற்றின் வேகத்துக்கும் செயல்களுக்கும் ஒப்பாக அமையும். ஆனால் குறாவளி, கன மழை போன்ற பண்புகள் புழுதிப் புயலில் மிகவும் தெளிவற்றுக் காணப்படும்.

புழுதிப் புயல் பல நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து ஓரிடத்தில் காணப்படும். அது பல ஆயிரம் கி.மீ.



சான்றாக ஓர் ஆற்றின் கடத்தும் வேகத்தையும், கடத்தப்படும் பொருளின் அளவையும் விட, புழுதிப் புயல் பன்மடங்கு ஆற்றலுடன் செயல்படக்கூடியது.



பாப்பளவில் இடம் பெற்றிருக்கும். புழுதிப் புயலின் உயரம் சில நூறு மீட்டர் இருப்பின், சூரிய ஒளி அடிக்கடி அறணுவே ஊடுருவிச் சென்று சிறிது ஒளியை ஏற்படுத்தும். உயரம் 2 கி.மீட்டருக்கு மேல் இருப்பின் சூரிய ஒளி ஊடுருவிச் செல்ல இயலாமல் முழு இருள் சூழ்ந்துவிடும்.

புழுதிப் புயலை அது நிற்கும் காலத்தைப் பொறுத்து நால் வகையாகப் பகுக்கலாம். அவை ஒரு சில நிமிடங்களே காணப்படக்கூடிய, பார்வையை மறைக்கக்கூடியது. ஒரு சில நிமிடங்கள் முதல் 10 நிமிடங்கள் வரை நிலைக்கக்கூடிய அடர்ந்த புழுதி மேகங்களை உடையது. சில மணி நேரங்கள் முதல் ஒரு சில நாட்கள் வரை நிலைக்கும். பார்வையை மறைக்கும் தன்மை கொண்டது. பல மணி நேரங்களிலிருந்து பல நாட்கள் வரை காணப்படக்கூடிய மேலும் மிக உயரமான புழுதிப் படலத்தைக் கொண்டு முற்றிலுமாகப் பார்வையை மறைக்கக்கூடியது என்பன. இவ்வகைப்படுத்தல் வான்வழிப் போக்குவரத்துக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

புழுதிப்புயலின் நிறத்தையும், மூலக்கூறுகளையும் பொறுத்துக் கீழ்க்காணும் வகையில் நான்காக வகைப்படுத்தலாம். இருண்ட புயல் என்பது கருமைநிற மண் துகள்களைக் கடத்தி வருவதால் ஏற்படுகிறது. இது ஐரோப்பியா, ரஷ்யா, அமெரிக்கா இவ்விடங்களின் வறண்ட பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. மஞ்சள் நிறப்புயல் என்பது மைய ஆசியப் பகுதியில் தோன்றும் மஞ்சள் நிறப் புழுதியைக் கொண்டது. சிவப்புப் புயல் என்பது சிவப்பு நிற மண் துகள்களைக் கொண்டது. இரும்பு ஆக்சைடு மிகுந்திருக்கும்போது புழுதி சிவப்பு நிறம் பெறுகிறது. வெண் புழுதிப்புயல் என்பது பரந்த உலர் நிலங்களில் மிக அரிதாகக் காணப்படுகிறது. நெடுங்காலம் மழை குறைவின் விளைவாக வறண்ட மேற்பரப்பு காற்றின் செயலுக்குப்பட்டு வளங்குன்றி விடுகிறது. பெரும்பாலான இடங்களில், புதிய பயிர்களை உருவாக்கும் முதன் முயற்சியாக உழுது பயிர் செய்யப்பட்டுள்ளது.

பரந்த தரிசு நிலங்களே இப்புழுதி புயலின் தோற்றுவாயாக அமைந்துள்ளது. நவீன வேளாண் தொழில் ஐட்பங்களைக் கையாண்டு இவற்றைத் தடுப்பதன் மூலம் மீண்டும் மீண்டும் இப்புழுதிப் புயல் தோன்றுவதற்கான சூழல்களைக் கட்டுப்படுத்திப் புவிமேற்பரப்பிற்கு ஏற்படும் பாதிப்பை அகற்றலாம்.

என். முத்துசுருஷ்ணன்

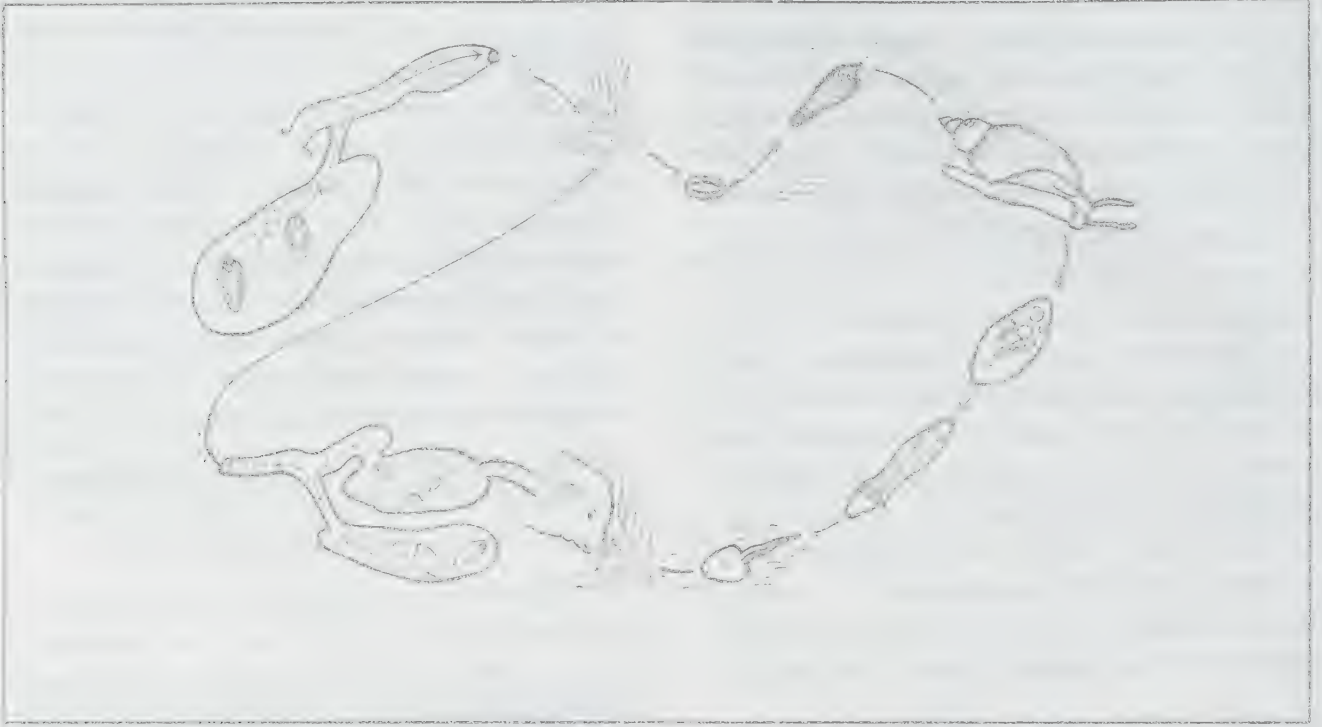
## புழு நோய்கள்

தட்டைப்புழு, உருளைப் புழுத் தொகுதிகளைச் சார்ந்த அக ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களால் மனிதனும், ஏனைய முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளும் பெரிதும் பாதிக்கப் படுகின்றன. இவை குடல் குருதி ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. பெரும்பாலும் தூய்மையற்ற நிலையில் வாழும் குழந்தைகள் இவற்றால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். குடும்பத்தில் இவை ஒருவரிடமிருந்து மற்றவருக்கு விரைவாக எளிதில் தொற்றுவதால் பெரும்பாலான குழந்தைகள் புழு நோய்களுக்கு ஆளாகின்றனர்.

புழு நோய்களில் உருளைப் புழு நோய் (nematodiasis), துளையுடைய புழுநோய் (trematodiasis), நூடாப் புழுநோய் (cestodiasis) என மூவகைகள் உள்ளன.

**உருளைப் புழு நோய்.** 50க்கும் மேற்பட்ட ஒட்டுண்ணி உருளைப் புழுக்கள் குறிப்பாக அஸ்காரிஸ் குடற்புழு, கொக்கிப்புழு, ஊசிப்புழு, சாட்டைப்புழு ஆகியவை மனிதரைப் பாதிக்கின்றன. சில வேளைகளில் 2 - 3 வகைப் புழுக்களும் உடலில் காணப்படும். அஸ்காரிஸ் குடற்புழு சிறுகுடலில் வாழும் அக ஒட்டுண்ணியாகும். சாம்பல் நிறத்துடன் மண்புழுவைப் போன்றுள்ள இது பெரும்பாலும் சிறு குழந்தைகளையே தாக்கும். ஆண்புழுவை விட நீளமான பெண் புழு நாளொன்றுக்கு 20,000 முட்டைகளிடும். முட்டைகள் மலத்துடன் வெளிவந்து நிலத்தில் நீண்டநாள் வரை உயிருடனிருக்கும். மலத்தை உரமாகப் பயன்படுத்தும் பகுதிகளிலும், நிலத்தில் வழிக்கும் பழக்கமுள்ள சுகாதாரமற்ற பகுதிகளிலும் இப்புழு மிகுதியாக உள்ளது.

பச்சைக் காய்கறி, கீரை, கனி போன்றவற்றைத் தூய்மைப்படுத்தாமல் உண்ணும்போது அவற்றில் உருளைப்புழு முட்டைகள் ஒட்டியிருந்து, குடலில் புருந்து நோய் விளைவிக்கின்றன. குழந்தைகள் தூய்மையற்ற இடங்களில் விளையாடிக் கொண்டிருக்கும்போதும், நிலத்தில் விழுந்த திண்பண்டங்களை எடுத்துண்ணும் போதும் முட்டைகள் எளிதில் குடலை அடைகின்றன. மலங்கழித்த பின் நன்கு கழுவாதவர்களின் விரல் நகத்தில் ஒட்டியிருக்கும் முட்டைகள் மீண்டும் வாய் வழியே குடலையடையவும் வாய்ப்புண்டு. குடலில் வளரும் சிறு புழுக்கள் குடல் சுவரைத் துளைத்துக் கல்லீரல், இதயம், நுரையீரல் பகுதிகளுக்குச் சென்று மீண்டும் தொண்டை வழியாகச் சிறு குடலுக்குள் சென்று வளர்ந்து முதிர்நிலையடையும்.



இவர்புழுக்கின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியைப் பரவலுடைய

புழுக்கள் மிகுதியானால் உயிருக்குக் கேடில்லையென்றாலும், இவற்றின் மூலம் பல நோய்கள் உண்டாகின்றன. முதிர் புழு குடலில் மிகுந்திருந்தால் வயிற்றுவலி, அசதி, வாந்தி, தலைவலி, தலைச்சுற்றல், நரம்புக்கோளாறு, தோல் அழற்சி, காய்ச்சல் முதலியன உண்டாகும். சில வேளைகளில் வயிற்றுப் போக்கு அல்லது மலச்சிக்கல் உண்டாகலாம். நோய் முற்றினால் நிமோனியாக் காய்ச்சலும் வரும். முதிர் புழு குடலைத் துளைத்து உடலுறுப்புகளுக்குள் சுற்றி வரும்போது உடலுறுப்புகளின் புறத்தோலில் அழற்சி உண்டாகும். பெருங்குடலில் புகுந்து குடல் வாலழற்சியையும் ஏற்படுத்தும். பித்தநீர்ப்பைக் கோளாறும், கல்லீரல் நோயும் உண்டாகும். புழுக்கள் எண்ணிக்கையில் மிகுந்து சிறுகுடலையும் ஏனைய உறுப்புகளையும் அடைத்துக் கொண்டால் உறுப்புகளின் சுவர் கிழிந்து உயிருக்குக் கேடு தரும். குருதிக் குழாய்களாயின் மிகையான குருதிக் கசிவு ஏற்படும். நுரையீரல்களில் புகுந்தால் ஆஸ்த்துமா ஏற்படும்.

உருளைப் புழு மிகுதியாகிக் குடலிலுள்ள புரதப் பொருள்களை உண்டு வளர்வதால் நோயாளியின் ஆற்றலும், உடல் நலமும் குன்றிச் சோர்வடைந்து விடுவர். குழந்தைகளில் சுறுசுறுப்பற்ற தன்மைக்கும், வளர்ச்சிக்

குறைவுக்கும் இப்புழுவே காரணமாகும். பைப்பரசின் சிட்ரேட் அன்டிபார் மருந்தை ஒரு வாரம் நாளொன்றுக்கு இரண்டு தேக்கரண்டி கொடுக்க வேண்டும். சில நாள் கழித்து மீண்டும் இம்மருந்தை ஹெக்ஸல் ரிசார்சினால் மாத்திரைகளுடன் ஒரு வாரம் தொடர்ந்து கொடுத்தால் குணமாகும்.

**கொக்கிப்புழு நோய்.** அன்கைலோஸ்டோமோடியோடினேல், நெகாட்டர் அமெரிக்கானஸ் ஆகிய இரு கொக்கிப் புழுக்களும் குடல் அக ஒட்டுண்ணிகளாகப் பெரும்பாலும் தூய்மையற்ற சிற்றூர் மக்களிடம் காணப்படும். பெண் புழுக்கள் நாளொன்றுக்கு 5000 - 1000 முட்டைகளிடும். ஈரப்பதம் அல்லது குறை வெப்பச் சூழ்நிலைகள் இவற்றிற்கு ஏற்றவை. உலகிலுள்ள கொக்கிப்புழு நோயாளிகளில் மூன்றில் ஒரு பகுதியினர் இந்தியாவிலுள்ளனர். இவர்களில் பெரும்பாலோர் குழந்தைகளே ஆவர். முட்டைகளிலிருந்து வரும் இளம் புழுக்கள் கை, கால் பகுதிகளிலுள்ள தோலைத் துளைத்தும், உணவு நீர் மூலமும் உடலுக்குள் புகுவதுண்டு. குருதிக்குழாய்கள் மூலமும் இதயம், நுரையீரல் பகுதிகளுக்குச் செல்லும். அங்கிருந்து சுவாசக் குழல் தொண்டை மூலம் சிறு குடலுக்குள் சென்று வளர்ந்து முதிர்நிலை அடையும்.



புழுத்தை உறிஞ்சும் உருளைப் புழுக்கள் போலவே கொக்கிப் புழுக்களும் குருதியின் திசுச் சாறுகளை உறிஞ்சி நோய்களை விளைவிக்கின்றன. வயிற்றுக் கோளாறு, சிறுகுடல் கோளாறு, சோகை, நரம்புக் கோளாறு ஆகிய குமட்டல், வாந்தி ஆகியவை முதன்மை அறிகுறிகளாகும். நோயாளிகள் வெளுத்து மெலிந்து விடுவர். அடிக்கடி மயக்கம், தலைச்சுற்றல், தலைவலி, காதில் இரைச்சல் முதலியன உண்டாகும். நோய் தீவிரமானால் ஆண்களில் ஆண்மையிழப்பும் பெண்களில் மாதவிடாய் நின்று விடுவதும் ஏற்படலாம். வெளியில் செல்லும்போது காலணியணிந்து கொள்வதாலும், கை கால்களைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்வதாலும் கொக்கிப் புழுத் தொற்றைக் குறைக்கலாம். டெட்ராகுளோரா ஈதேன், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு ஆகியவை இதற்கான மருந்துகளாகும்.

**ஊசிப்புழு நோய் (Enterobius).** எண்டெரோபியஸ் வெர்மிகுலாரிஸ் என்னும் ஊசிப்புழுவால் இந்நோய் தோன்றும். 6 - 7 மி.மீ. நீளமுள்ள இப்புழு பெருங்குடலின் மேற்பகுதியில் அக ஓட்டுண்ணியாக வாழும். பெண் புழு பெருங்குடல் மலக்குடல் வழியாகச் சென்று மலப்புழையைச் சுற்றியுள்ள மென்தோல் மடிப்புகளில் கணக்கற்ற முட்டைகளையிடும். முட்டைகள் தேங்கியுள்ள பகுதிகளில் தீவிர அரிப்பு ஏற்படும். அரிக்கும் பகுதிகளைச் சொறியும்போது முட்டைகள் விரல்களில், குறிப்பாக நக இடுக்குகளில் புகுந்து, உணவுண்ணும்போது உணவுடன் சேர்ந்து விழுங்கப்படும்.

முட்டைகளிலிருந்து இளம் புழு வெளிவந்து பெருங்குடல் பகுதியில் தங்கி வளர்ந்து முதிர் நிலையடைகின்றது. சிறுவர்கள் இப்புழுவால் பெரிதும் தாக்கமடைகின்றனர். மலப்புழையைச் சுற்றி அரிப்பு, பசியின்மை, தூக்கமின்மை, இரவில் தன்னையறியாமல் சிறுநீரால் படுக்கையை நனைத்தல், பற்கள் நறநறப்பு, குமட்டல், வாந்தி முதலானவை முதன்மை அறிகுறிகளாகும். நோயாளிகள் தொடை மேற்பகுதி, மலப்புழைப் பகுதி முதலியவற்றை எப்போதும் சொறிந்து கொண்டேயிருப்பர். இதனால் தொற்று எளிமையாகிறது. சிறு, ஊசிப்புழுவால் இனப்பெருக்கப் புழையில் ஏற்படும் அரிப்பு இளமையிலேயே பாலுணர்வைத் தூண்டுகிறது.

பைப்பரசின் மிகவும் பயனுள்ள மருந்தாகும். இரவில் படுக்கச் செல்லும் முன்பும், காலையில் எழுந்தவுடனும் சோப்புப் போட்டு இளவெப்ப நீரால் மலப்புழைப் பகுதியைக் கழுவ வேண்டும்.

**சாட்டைப்புழு நோய்.** இந்நோய் டிரைகியூரிஸ் டிரைகியூரா என்னும் சாட்டைப் புழுவால் உண்டாகிறது. இது பெருங்குடலில் குறிப்பாகக் குடல்வால் முட்டுக் குழலில் காணப்படும். அக ஓட்டுண்ணி, பெண் புழு இடும் கணக்கற்ற முட்டைகள் நாள்தோறும் மலத்துடன் வெளிவருகின்றன. முட்டைகள், குடிநீர், பச்சைக் காய்கறி, கீரை, கனி முதலியவற்றின் மூலம் உடலுக்குள் வந்து விடுகின்றன. ஈக்களாலும் இது பரவுகிறது. சிறுகுடலில் முட்டைகளிலிருந்து வரும் இளம்புழு வளர்ந்து பெருங்குடல் பகுதியை சேர்ந்து முதிர்நிலையடையும். இப்புழுவின் பாதிப்பால் குழந்தைகளின் வளர்ச்சி குன்றுகிறது. குமட்டல், வாந்தி, வயிற்றுப் போக்கு, மலச்சிக்கல் போன்றவையும் தோன்றுகின்றன. உடல் எடை குறைதல், ஓயாத தலைவலி, குடல்வால் அழற்சியால் தோன்றும் வலி, இடுப்பு வலி முதலியன முதன்மை அறிகுறிகளாகும். நோய் தீவிரமானால் குருதிச் சோகை, இயோசினோஃபிலியா (eosinophilia) போன்றவை உண்டாகும். அசெட்டார்சோன், டைத்தி அசனைன் ஆகியவை மிகவும் பயன்தரும் மருந்துகளாகும்.

பன்றி இரைச்சியுண்ணும் மக்கள் மிகுதியாக வாழும் அமெரிக்காவில் டிரைகினெல்லா ஸ்பைராலிஸ் புழு குடல் அக ஓட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. நன்கு வேக வைக்காத பன்றி இறைச்சி மூலம் இளவுயிரி உறை கூடுகள் (juvenile cysts) மனிதரின் குடலுக்குள் சென்று சிறுகுடலுடன் உறையிலிருந்து வெளிவரும் சிறுபுழு முதிர்நிலையை அடையும். பெண்புழு இடும் கணக்கற்ற முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் குருதி ஓட்டத்தின் வழியாக மார்பு, கால், தசைகளை அடைகின்றன. இங்கு இளவுயிரிகளைச் சுற்றி உறைகூடுகள் உண்டாகின்றன. குமட்டல், வாந்தி, முகம், கண்களில் நீர்க்கோவை, தசைவலி, காய்ச்சல் முதலியவை முதன்மை அறிகுறிகள். உணவை மெல்லும்போதும், விழுங்கும்போதும், மூச்சு விடும்போதும் கை, கால்களை அசைக்கும்போதும் வலி ஏற்படும்.

**நூற் புழு நோய்.** இது ஸ்ட்ராங்கைலாய்டிஸ் ஸ்டெர்கோராலிஸ் என்னும் நூற்புழுவால் உண்டாகிறது. உணவுக்குழல் சுவரைத் துளைத்து உள் நுழைந்து சென்று பெண்புழு இடுகிற கணக்கற்ற முட்டைகள் மலத்துடன் வெளிவந்து இளவுயிரியாக (rhabditi form larvae) வளரும். இது வளர் உருமாற்றம் பெற்று ஃபைலேரிய இளவுயிரிகளாக (filariform larvae) வளர்ந்து கால் பகுதிகளின் தோலைத் துளைத்து உள்ளே செல்லும்.

குமட்டல், வாந்தி மயக்கம், குருதியுடன் கூடிய வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவை முதன்மை அறிகுறிகளாகும். இரும்பும், காய்ச்சலும் வரலாம். ஜென்ஷியன் வயலெட், டைத்தி அசமைன் ஆகியவை பயன்தரும் மருந்துகளாகும்.

**யானைக்கால் நோய்.** இந்நோய் வூச்சரேரியா பான்கிராஃப்டி என்னும் புழுவால் தோன்றுகிறது. இச்சிறு புழு நிணநீர் நாளங்களிலும், உடலின் இணைப்புத் திசுக்களிலும் காணப்படுகிறது. இரவில் குருதிக்குழாய்களிலும் காணப்படும். இந்நோய் பெண் கியூலெக்ஸ் கொசு மூலம் ஒருவரிடமிருந்து மற்றவருக்குத் தொற்றும். பெண்புழு மூலம் வெளிப்படும் இளம்புழு இரவில் குருதிக்குழாய்களில் மிதந்து கொண்டிருக்கும். பெண் கியூலெக்ஸ் கொசு கடித்துக் குருதியை உறிஞ்சும்போது குருதியுடன் இளம் புழுவும் வெளிவருகிறது. இக்கொசு மற்றவரைக் கடிக்கும்போது உமிழ்நீருடன் இளம்புழுக்களை அவருடைய உடலில் செலுத்திவிடுகிறது. அவை நிணநீர்க் கணுக்களை அடைந்து வளர்ந்து முதிர்நிலை அடைகின்றன.

கை, கால் முனைகள் இயல்புக்கு மீறிப் பெருத்தல், விதைப்பை, மார்பகம் பெருத்தல் ஆகியவை முதன்மை அறிகுறிகளாகும். ஒட்டுண்ணிப்புழு மிகுந்து நிணநீர் நாளங்களில் அடைப்பு ஏற்படுத்துவதால் நிணநீர் நாளங்களிலும் சுரப்பிகளிலும் அழற்சி ஏற்பட்டு வீக்கம் தோன்ற நிணநீர்ச் சுற்றோட்டம் தடைப்படுவதால் இவ்வுறுப்புகள் பெருத்து விடுகின்றன. சயனின் சாயங்களும், டை எத்தில் கார்பமிசினும் பயன் தரக்கூடும். உறுப்புகள் பெருத்துவிட்டால் அறுவையே சிறந்தது. துளையுடைய புழுநோய், தட்டைப்புழுவால் இந்நோய் தோன்றுகிறது. ஒப்பிஸ்தார்க்கிஸ் சைனென்சிஸ் என்னும் தட்டைப்புழு, சீனா, ஜப்பான், கொரியா, வியட்நாம், பகுதிகளில் பச்சை அல்லது வேகவைக்காத ண்பவர்களின் பித்த நாளங்களில் குருதியோடு காணப்படும். ஆயிரக்கணக்கான புழுக்கள் பித்த நாளங்களில் இருந்தால் நாள் சுவர் தடித்து நோய் மரணமும் ஏற்படலாம். ஜென்ஷியன் சூயின் ஆகியவை பயன்தரத்தக்க மருந்துகள். மீன்களை நன்கு வேக வைத்தே உண்ண

ஃபேசியோலாப்சிஸ் ஃபூயல்போர்னி என்னும் சிறுதுடில் வாழும் ஒட்டுண்ணியாகும். நோயின் வாழ் நத்தையை இடைநிலை ஒம்புயிரியாகக் கொண்டு அதன் உடலில் வாழ்வின பெரும்பகுதியைக்

கழிக்கிறது. நத்தையிலிருந்து இளம்புழு வெளிவந்து நீர்வாழ் தாவரங்களில் ஒட்டிக்கொள்ளும். இத்தாவரங்களை உண்டால் புழுவும் குடலுக்குள் சென்று வளர்ந்து மூன்று மாதங்களில் முதிர்நிலையடையும். ஷிஸ்டோசோமை ஹீமட்டோபியம், ஷி.மேன்சோனி, ஷி. ஜப்பானிக்கம் ஆகிய குருதியில் வாழும் தட்டைப்புழுக்கள் உலகெங்கும் பரவலாக உள்ளன. பெண் புழு எண்ணற்ற முட்டைகளை இடுகிறது. ஷி.மேன்சோனி, ஷி.ஜப்பானிக்கம் முட்டைகள் சிறுகுடலுக்குச் சென்று அங்கிருந்து மலத்தின் மூலமும், ஷி.ஹீமட்டோபியம் முட்டைகள் சிறுநீர்ப்பையை அடைத்து அங்கிருந்து சிறுநீர் மூலமும் வெளிவரும்.

முட்டைகள் நீரில் விழுந்து இளவுயிரியாக வெளிவந்து நத்தைக்குள் செல்கின்றன. இங்கு செர்கேரியா இளவுயிரியாக மாறி நத்தையை விட்டு நீரில் வந்து மனிதனின் தோலைத் துளைத்துக் குருதி குழாய்களை அடைகின்றன. குருதி ஒட்டத்துடன் நுரையீரல்களை அடைந்து வளர்ந்து முதிர்நிலை யடைகின்றன. இப்புழுக்களால் ஆஸ்துமா, ஈரலழற்சியால் காய்ச்சல், வயிற்றுப்போக்கு பசிபின்மை உடல் எடைக்குறைவு முதலியவை உண்டாகும். ஆன்டிமணி சேர்மங்கள் சிறந்த மருந்துகளாகும். கழிவுகளை வெளியேற்றத் துப்புரவாக வைத்து கொள்ளுதல் மிக இன்றியமையாதது.

பேரகோனிமஸ் வெஸ்டர்மானி என்னும் நுரையீரல் தட்டைப்புழு, ஆசியா, ஆஃப்ரிக்கா, மையத் தென் அமெரிக்கா நாடுகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. இப்புழு உறை மூடியுடன் நுரையீரல்களில் உள்ளது. முட்டைகள் இரும்பு, நோய்ச் சளியுடன் வெளிவந்து நீரில் இளவுயிரியாக மாறும். இளவுயிரிகள் நத்தையின் உடலில் புகுந்து வளர்ந்து செர்கேரியாவாக மாறுகின்றன. நத்தையினின்று வெளிவந்து நண்டு, இறால் போன்றவற்றை அடைந்து மெட்டா செர்கேரியா நிலையை அடைகின்றன. நன்கு வேக வைக்காத நண்டுகளை உண்ணும்போது இவையும் குடலுள் புகுந்து விடுகின்றன. அங்கு வளர்ந்து இளம்புழுக்களாக மாறி நுரையீரல்களை அடைந்து முதிர் நிலை அடைகின்றன. தீவிர இரும்பு, குருதி, தோய்ந்த சளி முதலியவற்றுடன் நெஞ்சு வலி, மூச்சுவிடத் துன்பப்படுதல், காய்ச்சல், குருதிச்சோகை முதலியனவும் தோன்றும். எமென்டின் ஹெட்ரோகுளோரைடு சல்ஃபா மருந்துகளால் நோய் குணமாகலாம்.



**நாடாப்புழு நோய்.** ஒட்டுண்ணி நாடாப்புழுவால் நோய்கள் உண்டாகின்றன.

**இறைச்சி நாடாப்புழு (Taenia solium).** இறைச்சி நாடாப்புழு (taenia sagitta) நோய் நன்கு வேக வைக்காத இறைச்சியை உண்பதால் ஏற்படுகின்றன. சிறுகுடலில் இப்புழு வளர்ந்து முதிர்நிலை அடைகின்றன. புழு மிகுதியானால் வயிறு, சிறுகுடல் கோளாறுகள் தோன்றலாம். கடும் பசியும், சோகையும் ஏற்படும். அட்டாப்பின் அல்லது குயினாக்கரைன் ஹைட்ரோ குளோரைடு பயனுள்ள மருந்து. நன்கு வேக வைத்த இறைச்சியை உண்பது மிகவும் நல்லது.

எக்கைனோககாக்கஸ் கிரானுலோசஸ் என்னும் ஹைடாட்டிட் புழு (hydatid worm) நாயை முதல் நிலை ஒம்புயிரியாகக் கொண்டுள்ளது. நாயின் குடலில் பெண்புழு எண்ணற்ற முட்டைகளை இடும். முட்டைகள் மலத்துடன் வெளிவந்து புழுவாக வளர்கின்றன. இப்புழு முட்டைகள் கலந்த நீரையோ, உணவையோ உட்கொண்டால் தொற்று உண்டாகிறது. கல்லீரல், நுரையீரல் ஏனைய திசுக்கள் ஆகியவற்றில் ஹைடாட்டிட் உறைகூடுகள் வளர்ந்து அழற்சியை தோற்றுவிக்கும். மூளையிலோ, சிறுநீரகங்களிலோ இப்புழு கூடு இருந்தால் மரணம் ஏற்படலாம். அட்டாப்பின் அல்லது குயினாக்கரைன் ஹைட்ரோகுளோரைடு சிறந்த மருந்தாகும்.

டிராகன் குலஸ் மெடினென்சிஸ் எனும் நூற்புழு மனிதனின் கால் பகுதிகளில் தோலடித் திசுக்களில் வாழும் ஒட்டுண்ணியாகும். டிராகன்குலஸ் மெடினென்சிஸ் எனப்படும் கினிப்புழு இந்தியா, ஆஃப்ரிக்கா, தென் அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் பரவலாகக் காணப்படும் திசு ஒட்டுண்ணிப்புழுவாகும். முதிர்ப்பு கால், கணுக்கால், பாதம் முதலிய பகுதிகளில் தோலடித் திசுக்களில் வாழ்கிறது. ஆண்புழு மிகச் சிறியது. 2.5 செ.மீ. நீளம் உடையது. பெண்புழு ஒரு மெல்லிய கயிறு போன்று ஏறத்தாழ 100 செ.மீ. நீளமுள்ளது. நன்கு முதிர்ந்த பெண்புழுவின் உடல் முழுதும் மிகுதியாக வளர்கருக்கள் நிறைந்திருக்கும்.

கலவிக்குப் பின் ஆண் புழு இறந்துவிடுகிறது. பெண்புழு கணுக்கால், பாதம் முதலிய பகுதிகளுக்குச் சென்று தோலடித் திசுக்களில் தங்கி, தோலைத் துளைத்துச் சிறு புண்களை உண்டாக்கும். காலை நீரில் நனைத்தவுடன் இக்காயம் வெடிக்க ஆயிரக்கணக்கான இளவுயிரிகள் (rhabditiform larvae) நீரில் விழுந்துவிடும்.

நன்னீரில் வாழும் கடின ஓட்டுக் கணுக்காலியைச் சேர்த்த சைக்ளாப்ஸ் உயிரிகளால் இவை விழுங்கப்பட்டால் சைக்ளாப்பின் சிறுகுடலைத் துளைத்து உடற்குழிக்கு வந்து வளர்ந்து முதிர்நிலையடையும். இப்புழு தாங்கிய சைக்ளாப்ஸ் உயிரிகள் உள்ள நீரை ஒருவர் குடித்தால் நீருடன் சிறுகுடலை அடைந்து இளவுயிரிகள் வளர்கின்றன. இவை மீண்டும் சிறுகுடலைத் துளைத்துத் தோலடித் திசுக்களில் புகுந்து முட்டையிடும் பருவ முதிர்ச்சி அடைகின்றன. தாங்க முடியாத வலி, காய்ச்சல் முதலியவை இதன் அறிகுறிகளாகும்.

ஏ. மோகன்

## புழையுடலி

இது பலசெல் உயிரினமாகும். புழையுடலி பலசெல் உயிரிகளில் முதன்முதலில் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது. இதைக் கடல் பஞ்சு (sponge) என்றும் குறிப்பிடுவர். 19ஆம் நூற்றாண்டு வரை புழையுடலி தாவரங்களின் இனத்தைச் சார்ந்தது என்றே கருதப்பட்டு வந்தது. பின்னர் இதிலுள்ள புழையுடலிக் குழி (spongo coil) கால்வாய் மண்டலம் (canal system) ஆகியவற்றின் காரணமாக, இது விலங்கு என்று கண்டறியப்பட்டு, புழையுடலி (porifera) எனும் தனித்தொகுதியில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

புழையுடலி ஒரே இடத்தில் இடப்பெயர்ச்சியின்றி நிலைத்து வாழக்கூடியது. பெரும்பான்மையானவை கடல்நீரில் வாழ்கின்றன. ஸ்பாஞ்சில்லிடே போன்ற ஒருசில மட்டும் நன்னீரில் வாழ்கின்றன. இதன் உடற்கவரில் உள்ள செல்கள் இரண்டு அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. புறப்படை பினாகோசைட் (pinacocyte) அடுக்காகும். இதில் அமீபோசைட்டுகள் (amebocytes) எனும் செல்கள் உள்ளன. இவை நுணும்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அகப்படை அடுக்கு (gastral layer) கொயனோசைட் அடுக்கு (choanocyte layer) எனப்படும். இதில் கொயனோசைட்டுகள் எனும் காலர் (collar) செல்கள் அமைந்துள்ளன. இச்செல்கள் அமைந்த ஒரே ஒரு பலசெல் உயிரி, புழையுடலியாகும். பொதுவாக இவ்வுயிரியின் உடல் ஆர்ச்சம்சீர் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. சில வகைகள் சம்ச்சீரின்றிக் காணப்படும். உடற்கவரின் மேற்பரப்பில் உட்செல் துளைகள் (ostia) அமைந்துள்ளன. இவற்றின் வழியே நீர் உடலினுள் செல்கிறது. உணவை உண்பதற்கென

வாயோ உடல் குழியோ கிடையாது. செரித்தல் செல்களுக்குள்ளேயே நடைபெறுகிறது. நரம்புச் செல்கள் உணர் செல்கள் ஆகியவை கிடையாது. மறுவளர்ச்சிப் பண்பு (regeneration) இதில் சிறந்து விளங்குகிறது. இனப்பெருக்கம் பாலிலி முறையிலோ பால் வழி முறையிலோ நடைபெறுகிறது. பாலிலி முறையில் மொட்டுவிடுதல் மூலம் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. சிலவற்றில் கருவுறுதல் உடலின் உள்ளேயே நிகழ்கிறது. வளர்சிதை மாற்றம் உண்டு. முதலில் கரு, இளவுயிரியாக வளர்ச்சியடைகிறது. பின்னர் இளவுயிரி நீரில் உள்ள பாதைகளிலோ தாவரங்களிலோ ஒட்டி முழு வளர்ச்சியடைகிறது.

**வகைப்பாடு.** புழையுடலி கேம்பிரியன் காலத்திற்கு முன்னாலிலிருந்து தற்காலம் வரை வாழ்ந்து வருகிறது. இதில் ஏறத்தாழ 5,000 உயிரினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சட்டகம், நுண்முள்களின் அமைப்பு ஆகியவற்றை அடிப்படையாக வைத்து, புழையுடலிகளை மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை கால்கேரியா அல்லது கால்சிஸ்பாஞ்சியா, ஹெக்சாக்டினெல்லிடா, ஹையலோஸ் பாஞ்சியா, டிமோஸ்பாஞ்சியா என்பன.

**கால்கேரியா அல்லது கால்சிஸ்பாஞ்சியா.** இது தன் கண்ண நுண்முள்கள் மூலம் ஏனைய கடற்பஞ்சு களிலிருந்து மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. கடலில் மட்டுமே வாழும் இது பெரும்பாலும் கடற்கரைக்கருகிலும் ஆழம் குறைவான பகுதிகளிலும், அலைகள் மிகுந்த இடங்களிலும் காணப்படும். இதில் ஹோமோசீலா எ-டு: லியூகோ சொலினியா, ஹெட்டிரோசீலா, எ-டு: சைகான், பரிட்ரோன்ஸ் என இரு வரிசைகள் உள்ளன.

**ஹெக்சாக்டினெல்லிடா அல்லது ஹையலோஸ் பாஞ்சியா.** இது கண்ணாடிக் கடற்பஞ்சு எனப்படும். இதன் சட்டகம் அழகிய கண்ணாடி போன்றோ நன்கு நெய்யப்பட்ட வலை போன்றோ காணப்படும். இதிலுள்ள ஆறு அச்ச நுண்முள்களிலும் சிலிசிக் அமிலம் உள்ளது.

**ஹெக்சாஸ்டிரோஃபோரோ அல்லது லைசாசினா.** எ-டு: புரோட்டோஸ்பாஞ்சியா ஹெட்னோ செராஸ், ஹயலோனியா, யூபிளக்டெல்லா எனவும்,

**டிக்டியோனினா:** எ-டு: வெண்டிரிக் குலைடிஸ், ஹெக்சாக்டினெல்லா இரு வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

**டிமோஸ்பாஞ்சியா.** தற்காலத்தில் வாழும் கடற்பஞ்சுகளில் பெரும்பான்மையானவை இவ்வகுப்பைச்

சார்ந்தவையாகும். இவ்வுயிரினம் கேம்பிரியன் காலத்திற்கு முன்பிருந்தே வாழ்ந்து வருவதாகும். இதில் மணற்பொருள்களாலான நுண் அச்ச முள்கள் மிகுந்து காணப்படும். இதன் கால்வாய் மண்டலம் லியூகான் வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் உடற்கவர்களில் கடற்பஞ்சு இழைகள் மிகுந்து காணப்படும்.

**புழையுடலியின் கால்வாய் மண்டலம்.** கடல் பஞ்சின் உடலியங்கியலில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது கால்வாய் மண்டலமாகும். வெளியிலிருந்து நீர் கடல் பஞ்சுகளின் உட்செல் துளைகள் மூலம் உடலினுள் செல்கிறது. இத்துளைகளின் வழியே உட்செல்லும் நீரில் உணவுப் பொருளும், ஆக்சிஜனும் உள்ளன. இந்நீர் உடலின் உட்புறம் உள்ள புழையுடலிக்குழியை அடைந்து, பின்னர் அங்குச் சுழற்சியடைந்து, உடலின் முழுப் பகுதிக்கும் தேவையான உணவையும், ஆக்சிஜனையும் அளிக்கிறது. இதற்குக் கால்வாய் மண்டலம் என்று பெயர். இம்மண்டலத்தின் அமைப்புக்கேற்றபடி கடற்பஞ்சுகளை மூவகையாகக் குறிப்பிடலாம். அவையாவன: எளிய அமைப்புடைய ஆஸ்கான் வகை, சிக்கலான கடற்பஞ்சு வகை அல்லது சைகான் வகை, மிகச் சிக்கலான கடற்பஞ்சு வகை அல்லது லியூகான் வகை என்பன.

கால்வாய் மண்டலத்தின் ஆஸ்கான் வகை மிகவும் எளிமையான அமைப்புடையது. இவ்வகை அமைப்பு அசெட்டா அல்லது ஒலிந்தஸ், லியூகோசொலினியா ஆகிய கடற்பஞ்சுகளில் காணப்படுகிறது. இவ்வகைக் கடற்பஞ்சுகள் ஒரு குழிவான கிண்ணம் போன்ற தோற்றம் உடையவை. இவற்றின் உட்செல் துளைகள் வழியே நீர் நேராகப் புழையுடலிக் குழியை அடைந்து பின்பு வடிகால் புழை மூலம் வெளியே செல்கிறது.

சைகான் வகை அமைப்பு ஸ்கைபா அல்லது ஸ்கான், கிரான்சியா ஆகிய கடற்பஞ்சுகளில் காணப்படுகிறது. இவற்றின் உட்சுவரில் பல ஆரக் கால்வாய்களும், உட்செல் கால்வாய்களும் தோல் துளைகளும் காணப்படுகின்றன. லியூகான் வகை, சைகான் அமைப்பை விடச் சிக்கலானது. இதில் ஒழுங்கற்ற அமைப்பைக் கொண்ட பல நீர்க் கால்வாய்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை அமைப்பு ஸ்டெல்லிடா, ஜியோடியோ, காண்ட்ரோசினா, ஸ்பாஞ்சில்லா ஆகிய கடற்பஞ்சுகளில் காணப்படுகிறது. டிமோஸ்பாஞ்சியா வரிசையில் அடங்கியுள்ள கடற்பஞ்சுகளின் இளவுயிரிப் பருவத்தில் அமைந்துள்ள கால்வாய் மண்டலம் ரேகான் வகை எனப்படும்.



**புழையுடலிகளின் சட்டகம்.** புழையுடலிகளின் சட்டகத்தில் நுண்முகள், கடல்பஞ்சு இழை ஆகியவை மிகுதியாக அமைந்துள்ளன. இவை சட்டக அடுக்கிலுள்ள செல்களால் (amebocytes) உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்தச் சட்டகச் செல்களில் இருக்கும் பொருள்களுக்கேற்ப இவற்றை மூவகையாகப் பிரித்துள்ளனர். அவையாவன: சுண்ணாம்புப் பொருள் உடைய கால்கோ பிளாஸ்டிகள், மணற்பொருள் உடைய சிலிகா பிளாஸ்டிகள், கடல்பஞ்சு இழை உள்ள ஸ்பாஞ்சோபிளாஸ்டிகள் ஆகும்.

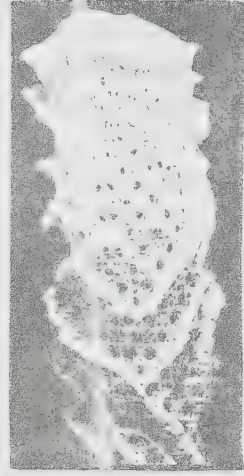
உருவ அமைப்பின் அடிப்படையில் நுண்முகளை ஓரச்சு நுண்முகள், மூவச்சு நுண்முகள், நான்கச்சு நுண்முகள், பல அச்சு நுண்முகள் என வகைப்படுத்தலாம்.

சில கடற்பஞ்சுகளின் நுண்முகள் மீது மணற் பொருள் தொடர்ந்து படிவதால் அவை எடை மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இதற்கு டெஸ்மாஸ் என்று பெயர். லிதிஸ்டியா எனும் கூட்டத்தைச் சேர்ந்த புழையுடலிகளில் டெஸ்மாஸ் நுண்முகளாலான சட்டகம் உள்ளது. சில கடற்பஞ்சுகளில் நுண்முகள் வளர்ச்சி ஒரு மையப் பகுதியிலிருந்து பல வட்டங்கள் ஒன்றையொன்று மூடியிருப்பது போன்று காணப்படும். நுண்முகளில் உள்ள மணற்பொருள்களின் அடுக்குகள் கிரபெடுகள் எனப்படுகின்றன. கடல்பஞ்சின் இழைகள் சட்டகம் போன்றே பயன்படுகின்றன. இவ்விழைகள் வலைபோல் பின்னிக் கொண்டோ, பல கிளைகளைப் பெற்றோ இருக்கும். கெர்டோசா எனும் வகையைச் சேர்ந்த அனைத்துக் கடற்பஞ்சுகளிலும் கடல்பஞ்சு இழை உள்ளது.

**தொடர்ச்சியான சட்டகங்கள்.** சில கடற்பஞ்சுகளில் நுண்முகள் நெருக்கிப் பின்னப்பட்டு ஒரு கடினமான வளையும் தன்மையுள்ள சட்டகம் காணப்படும். ஹாலோனீமா எனும் கடற்பஞ்சில் கயிறுகளின் வடம் போல் முறுக்கப்பட்டுள்ளது.

யூப்ளெக்டெல்லா எனும் கடற்பஞ்சில் குழல் வடிவில் நெய்யப்பட்டது போல் அழகாக அமைந்திருக்கும். இதற்கு வீனஸ் மலர்க்குடை அல்லது கண்ணாடி கடல்பஞ்சு என்று பெயர்.

**தோற்றம்.** புழையுடலி ஒரு செல் உயிரிகளிலிருந்து தோன்றியிருக்கலாம் என ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். ஏனெனில், ஒரு செல் உயிரிகளில் இறுதி இடத்தைப் பெறக்கூடியதும், நன்கு வளர்ச்சியடைந்ததுமான கொயனோபிளா செல்லேட் அமைப்பில் கடல்பஞ்சை ஒத்திருக்கிறது. கொயனோபிளஜெல்லேட் பிரிவிலுள்ள அ.க.15-47அ



வீனஸ் மலர்க்குடைக் கடற்பஞ்சு

புரோட்டோஸ்பாஞ்சியாவில் கொயனோசைட் உடற்சுவரின் வெளியடுக்கில் அமைந்துள்ளது. எனவே புழையுடலி புரோட்டோஸ்பாஞ்சியாவிலிருந்து படிமலர்ச்சியடைந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதப்படுகிறது.

**பயன்.** புழையுடலி பலவகைகளில் மனிதர்களுக்குப் பயன்படுகிறது. இது உணவாகவும், சுவர் அழகுப் பொருள், பேருந்து போன்றவற்றைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்கும் பயன்படுகிறது. ரப்பர் போன்ற மென்மையான பொருள்கள் செய்யவும் தோல் பொருள்களை மெருகேற்றுவதற்கும் பெரிதும் துணை புரிகிறது. கடற்பஞ்சுகள் உணவாகவும் பயன்படுகின்றன.

ஜி. லட்சுமணன்

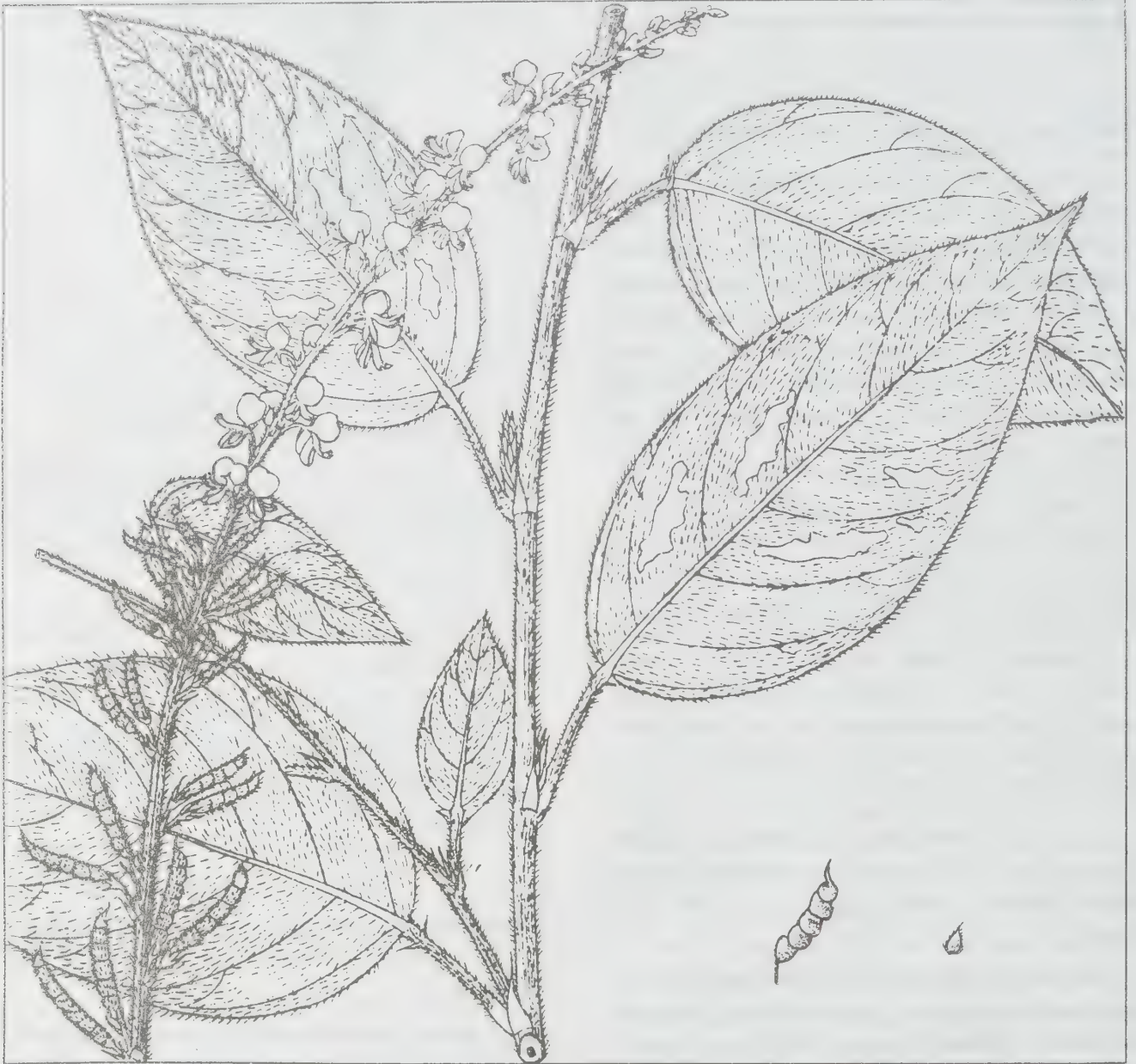
## புள்ளடி

இதன் தாவரப் பெயர் டெஸ்மோடியம் கேஞ்செட்டிகம் (*Desmodium gangeticum*) என்பதாகும். இதன் இணை தாவரப் பெயர்கள் ஹெடிசாரம் கேஞ்செட்டிகம் (*Hedysarum gangeticum*), டெஸ்மோடியம் கொல்லினம் (*Desmodium*

புள்ளி (Desmodium)

புள்ளி (Desmodium) கைப்பைவாகும். இது பேப்பிலியேனியாசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் இலைகள் மூன்று மூலக்கைப் புள்ளியின் காலடி கையப்போல் இருப்பதால் புள்ளிப் புள்ளி என்பர். தென்னந்தோப்புகளிலும் வளர்ந்திருக்கும். வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா, ஸ்ரீலங்கா, தென்கிழக்கு ஆசியா, சீனா, மலேசியா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் இது காணப்படுகிறது.

வளரியல்பு. இது 60 - 75 செ.மீ. உயரம் வளரும். சிறு புதர் போன்ற செடி. இதன் தண்டு கோணங்களுடையது. இலைகள் நீள்சதுரம் - நீள்முட்டை அல்லது ஈட்டிவடிவில் 4-10 x 2-5 செ.மீ. அளவானது. மேல் பரப்பில் மெல்லிய முடியும் கீழ்ப்பரப்பில் சடைக்குச்சம் பெற்றிருக்கும். கம்பருகு பகுதி மழுங்கியோ, சற்றுக் கூர்மையாகவோ இருக்கும். ஓரம் முழுமையாகவும், நுனி கூராகவும் விளங்கும்.



புள்ளி (Desmodium gangeticum)



இலைக்காம்பின் நீளம் 1.5 - 2 செ.மீ. இருக்கும். இலையடிச் செதில் நீண்டு முட்டை வடிவிலிருக்கும். இலையடிச் சிறு செதில் (stipel) 6 மி.மீ. நீளமானது. ரசீம் 20 செ.மீ. நீளமுடையது. ஒவ்வொரு கொத்திலும் 3 - 5 பூக்கள் இருக்கும். மஞ்சரிக்காம்பின் நீளம் 5 செ.மீ. முதன்மை பூவடிச் செதில் 1.5 மி.மீ; பூக்காம்பு 4 மி.மீ; பூவின் குறுக்களவு 2.5 மி.மீ.

புல்லிக்குழல் 4 இதழ்களாலானது. அல்லி இதழ்கள் வெள்ளை - லிலாத் நிறமானவை. கொடி அல்லி முட்டை வடிவானது. 5 மி.மீ. அளவானது. இறக்கை அல்லி 3 மி.மீ. நீளமானது. மகரந்தத்தாள்கள் 91 நூல் போன்றவை. கனிகளில் கொக்கியுண்டு. விதை 2 மி.மீ. அளவானது.

பயன். புள்ளடி உடல் வெப்பத்தைத் தணித்து உடலைத் தேற்றும். இதன் இலைகளை குடிநீரில் கலந்து அருந்தப் பித்தத்தால் உண்டான காய்ச்சல் விலகும். நோயால் வலிமையிழந்தோர் இதன் இலையை அரைத்து நீரில் கலக்கி, கற்கண்டு, பாதாம்பருப்பு, கசகசா ஆகியவற்றை அரைத்துக் கலந்து காலை, மாலை குடித்துவர். உடல் ஆற்றல் பெறும். தசமூலத்தைலத்தில் புள்ளடியும் சேர்க்கப்படுகிறது. சிறுபுள்ளடி என்பது கணமாந்தை, உள்வெப்பம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இதன் இலையை உளுத்தம்பருப்பில் சேர்த்துக் கரைத்து அரிசி மாவுடன் கலந்து உணவாகத் தர குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் பேதி குணமாகும். இளைத்து வரும் சிறுவர்களின் உடல் பெருக்கும். வெப்பம் தணிந்து உடல் உறுதி கிட்டும். மாதருக்குத் தாய்ப்பால் சுரக்கும். இதன் இலைகளை அரைத்துக் கட்டிவரக் கட்டிகள் உடையும். சிறுபுள்ளடி இலையைக் கொண்டு தைலம் செய்து எலும்பு முறிவு, கை, கால், மூட்டு விலகல் காயத்திற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் வேரை உலர்த்தி பொடித்து வெந்நீரில் கலக்கித் தர நீர்க்கட்டு உடைந்து சிறுநீர் வெளியேறும். செரிமானம் சீரடைந்து பசியைத் தூண்டும்.

டெஸ்மோடியம் டிரைஃபுளோரம் (D.triflorum) என்னும் செடி மூடு பயிர் (cover crop) ஆகும். இந்தியாவில் கிழக்குக் கடற்கரைச் சமவெளியிலும் வறட்சியான ஈரமுள்ள மண்ணிலும் இது வளரும். இச்செடியின் வேரும் இலையும் மருந்தாகின்றன. இலையை அரைத்துப் பசும்பாலில் கலக்கித் தர மாந்தம், கணம், கழிச்சல், வலி நீங்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புள்ளி

ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளி (point) ஒரு தளத்தின் மீது குறிப்பிட்ட கிடை, நிலைத் தொலைவுகள் அளக்கப்படும் திசையைப் பொறுத்து வரையறுக்கப்படும். ஆதியிலிருந்து X அச்சிற்கு இணையாக வலப்பக்கமாக அளக்கப்படும் தொலைவுகளையும் X அச்சிற்கு இணையாக மேல்நோக்கி அளக்கப்படும் தொலைவுகளையும் மிகை எண்களாலும், இத்திசைகளுக்கு எதிர்த் திசையில் அளக்கப்படும் தொலைவுகளைக் குறை எண்களாலும் குறிக்கலாம். அதாவது OX எனும் திசையிலும் OY எனும் திசையிலும் அளக்கப்படும் தொலைவுகள் மிகையாகவும் OX<sup>1</sup>, OY<sup>1</sup> என்னும் திசைகளில் அளக்கப்படும் தொலைவுகள் குறைவாகவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

P என்னும் புள்ளி முதல் காற்பகுதியில் அமைந்திருந்தால் அதன் ஆயக்கூறுகள் X, Y இரண்டும் மிகை மதிப்புகளாகவும், இரண்டாம் காற்பகுதியில் அமைந்தால் X குறையாகவும் Y மிகையாகவும், மூன்றாம் காற்பகுதியில் அமைந்தால் X, Y இரண்டுமே குறை மதிப்புகளாகவும், நான்காம் காற்பகுதியில் அமைந்தால் X இன் மதிப்பு மிகையாகவும் Y இன் மதிப்பு குறையாகவும் கருதப்படும். இவை வரைபடத்தில் (+, +), (-, +), (-, -), (+, -) என்னும் குறியீடுகளால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு (X, Y) என்னும் ஆயக்கூறுகள் கொடுக்கப்பட்டின் அதற்குரிய புள்ளித் தளத்தின் மீது குறிப்பிட்ட கால்வட்டத்தில் குறிப்பிடலாம்.

இரு புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு. படத்தில் A, B என்னும் புள்ளிகளின் ஆயத் தொலைவுகள் முறையே (x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>), (x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>) ஆகும்.

படத்திலிருந்து

$$BN = ML = OL - OM$$

$$BN = x_1 - x_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

$$NA = LA - LN = LA - MB$$

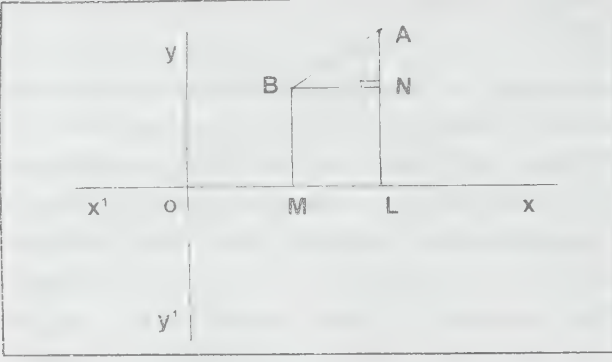
$$NA = y_1 - y_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

செங்கோண முக்கோணம் ANB கருதலாம்.

$$AB^2 = BN^2 + NA^2$$

$$AB^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

$$AB = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$



படம் 1.

A, B ஆகிய புள்ளிகளை ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றி அமைத்தால்

$$AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

பொதுவாக

$$AB = \sqrt{(x \text{ ஆயத் தொலைவுகளின் வேறுபாடு})^2 - (y \text{ ஆயத்தொலைவுகளின் வேறுபாடு})^2}$$

எனக் குறிப்பிடலாம்.

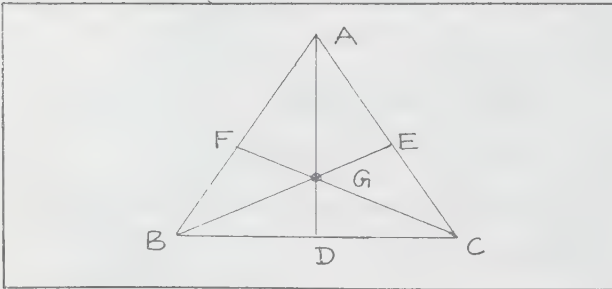
ஆதியிலிருந்து  $P(x, y)$  என்னும் புள்ளியின் தொலைவு  $\sqrt{x^2 + y^2}$  ஆகும்.

முக்கோணத்தின் மையக் கோட்டுச் சந்தி.

$A(x_1, y_1)$ ,  $B(x_2, y_2)$ ,  $C(x_3, y_3)$  என்பன முக்கோணத்தின் உச்சிப்புள்ளிகள் ஆகும்.

$\triangle ABC$  இன் பக்கங்கள் முறையே AB, BC, CA ஆகும்.

D, E, F என்பன பக்கங்களின் மையப் புள்ளி ஆகும்.



படம் 2.

Dன் ஆயக்கூறு  $((x_2 + x_3)/2)$ ,  $((y_2 + y_3)/2)$  எனவும்

Eன் ஆயக்கூறு  $((x_3 + x_1)/2)$ ,  $((y_3 + y_1)/2)$  எனவும்

Fன் ஆயக்கூறு  $((x_1 + x_2)/2)$ ,  $((y_1 + y_2)/2)$  எனவும் அமையும்.

முக்கோணத்தின் மையக்கோட்டுச் சந்தி G என்னும் புள்ளியில் சந்திக்கும் AD, BE, CF என்னும் கோடுகளை G என்னும் புள்ளி 2:1 என்னும் விகிதத்தில் பிரிக்கிறது.

எனவே G இன் ஆயத் தொலைவு

$$= (2(x_1 + x_2)/2 + 1.x_3)/(2+1)$$

$$= ((x_1 + x_2 + x_3)/3)$$

G இன் Y ஆயத் தொலைவு  $((y_1 + y_2 + y_3)/3)$

எனவே  $\triangle ABC$ ன் மையக் கோட்டுச் சந்தி

G  $((x_1 + x_2 + x_3)/3, (y_1 + y_2 + y_3)/3)$

என்னும் புள்ளியாகும்.

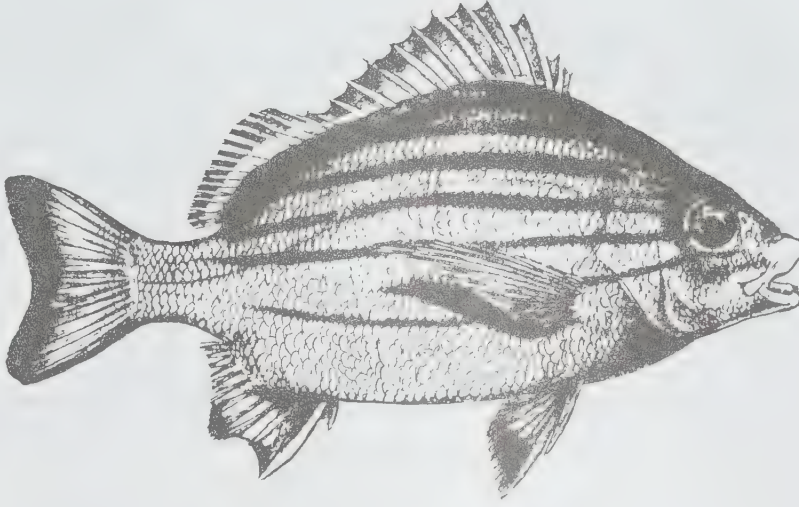
பெ. துரைசாமி

## புள்ளிக்குறி மீன்

இது அக்காந்தோப்டெரிஜி வரிசையிலுள்ள பெர்சிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்த மேலின எலும்பு மீனாகும். புள்ளிக்குறி மீன் இந்தியக் கடல்களிலிருந்து மலேசியா முந்நீரகம் வரை பரவியுள்ளது. பொதுவாகத் தென்னிந்தியக் கடற்கரைகளில் இது மிகுதியாகப் பிடிக்கப்படுகிறது. கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் உப்பங்கழிகளிலும் இது காணப்படுகிறது.

புள்ளிக்குறி மீன் நீள் சதுர வடிவான அழுத்தமான உடல் உடையது. உடல் வெள்ளிப் படர்ந்த நிறமுடையது. இதில் கரும்பழுப்பு நிறமுடைய ஆறு இடைநிலைப் பட்டைகள் உள்ளன. ஏழு செவுள்கள் மூடி அறைகள் அமைந்துள்ளன. போலிச் செவுள்களும் உண்டு. இரு தாடைகளும் சம நீளமுடையன. மேல் தாடை எலும்புகள் ஓரளவு வெளி நீட்டக்கூடியன. முகவாயின் அடியில் திறந்த நிலையிலுள்ள இரு சிறு புழைகள் காணப்படுகின்றன. செவுள்மூடி தெளிவற்ற முள்களையுடையது. தாடையில் துய்யிழையைப் போன்ற பற்கள் உண்டு. இம்மீனுக்குக் கோரைப் பற்களும் தொட்டுணர் இழைகளும் (barbels)





புள்ளிக்குறி மீன்

இல்லை. முதுகுத் துடுப்பின் முள்களைக் கொண்ட பகுதி மூவரிசையில் அமைந்த பழுப்புப் புள்ளிகளையும், கரிய விளிம்பையும் கொண்டது. இத்துடுப்பில் 11 - 14 முள்கள் காணப்படுகின்றன. 3 - 4ஆம் முள் மற்றவற்றை விட உயர்ந்து காணப்படுகிறது. இதன் நீளம் கண்ணுக்குப் பின்னால் உள்ள தலைப் பகுதியின் நீளத்தை ஒத்ததாகும்.

இம்மீனின் மார்புத் துடுப்பு தலையைவிடச் சற்று நீளமானது. வயிற்றுப் பக்கத் துடுப்பு மலவாய்த்துடுப்பு வரை நீண்டிருப்பதில்லை. மலவாய்த் துடுப்பையொட்டி ஆழ்ந்த நிறப்பட்டை ஒன்று உள்ளது. துடுப்பு முள்கள் அனைத்திலும் மலவாய்த் துடுப்பின் இரண்டாம் முள்ளே மிகவும் வலிமை பொருந்தியதாகவும், நீளமுள்ளதாகவும் காணப்படுகிறது. வால் துடுப்பு ஒரு பள்ளத்தால் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மீனின் உடல் முழுவதும் சிறிய சீப்புருவச் செதில்களால் (ctenoid scales) போர்த்தப்பட்டுள்ளது.

பொதுவாக இம்மீன் பருமனானது. 60 செ.மீ. நீளம் வரை வளரக்கூடிய இது நண்டு, இறால், சிறிய மீன்,

மெல்லுடலி, நட்சத்திர மீன் ஆகியவற்றை உணவாகக் கொள்கிறது. பவளப்பாறை நிறைந்த கடலின் அடிமட்டத்தையே இம்மீன் உறைவிடமாகத் தேர்ந்தெடுக்கிறது. இம்மீனைக் கையாளும்போது பன்றியைப் போன்ற ஓர் ஒலியை எழுப்புகிறது. இம்மீனை உணவாக உட்கொள்வதோடு இதன் காற்றுப்பை மீன் வஜ்ஜிரம் அல்லது மீன் பசைக் கூழ் (singlass) செய்யப் பயன்படுகிறது. ஏப்ரல் அல்லது மே மாதங்களில் இம்மீன் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

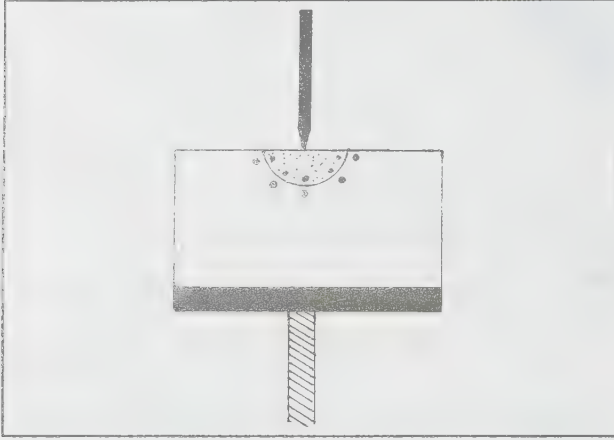
கு. சம்பத்

## புள்ளி-தொடுகை இருமுனையம்

ஒரு குறைகடத்திப் பொருளுக்கும் ஓர் உலோக புள்ளிக்கும் இடையே உண்டாகும் அழுத்தத் தொடர்பே புள்ளி-தொடுகை (point-contact) எனப்படுகிறது. ஒரு குறைகடத்தி இருமுனையத்திற்கும் ஓர் உலோகப் புள்ளிக்கும் இடையே உண்டாகும் தடுப்பு அரணைப்

பயன்படுத்தும் ஒரு குறைகடத்தித் திருத்தி, புள்ளி - தொடுகை இருமுனையம் (point - contact diode) எனப்படுகிறது.

இது சந்தி இருமுனையத்தைவிட அளவில் பெரியது. புள்ளி-தொடுகை இருமுனையத்தின் கூட்டமைப்பையும் செயல்பாட்டையும் காணலாம். இது ஒரு சிறு செவ்வக n-வகை ஜெர்மானியப் படிகத்தை (slab) உடையது. இதன் ஒரு பக்கம் நிக்கல் வெள்ளியால் பூசப்பட்டிருக்கும். இது அடிவாய் எனப்படுகிறது. பிறிதொரு பக்கத்தில் 0.015 செ.மீ. விட்டமுள்ள டங்ஸ்டனாலான பூனை மீசை போன்ற ஒரு மெல்லிய கம்பி படிகத்தின் மீது தொடுமாறு வைக்கப்படுகிறது.

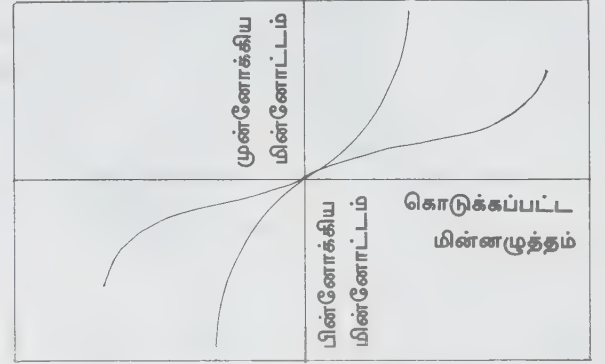


படம் 1. புள்ளி-தொடுகை இருமுனையம்

மெல்லிய கம்பியின் வழியே ஜெர்மானியப் படிகத்திற்குத் திடீரென மிகக் குறைந்த நேரத்திற்கு மிகு மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. இம்மின்னோட்டம் 700 அல்லது 800 மில்லி ஆம்பியர் இருக்கலாம். இம்மின்னோட்டத்தால் உண்டாக்கப்படும் வெப்பம் மெல்லிய கம்பியின் சிறு பரப்பைச் சுற்றி சில எலக்ட்ரான்களைச் செலுத்தும்.

இவ்வாறு திடீரென மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவதால், தொடும் புள்ளியில் மின்னோட்டச் செறிவு மிகுதியாகி அப்புள்ளியில் தொடும் பொருளை உருக்கிப் படிகத்துடன் ஒட்டிக்கொள்ளும். உருகிய தொடும் பொருள் படிகத்தினுள்ளே சென்று ஏறக்குறைய அரைக்கோள வடிவில் ஒரு பகுதியாகத் தொடு புள்ளியின் அடிப்பகுதியில் அமையும். ரேடியோ, தொலைக்காட்சி குறிப்பாக

கணிப்பொறி, நுண்ணலைக் கணிப்பி, மீவுயர் - அலைவெண் கலப்பி போன்றவற்றிலும் புள்ளி-தொடுகை இரு முனையங்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. இத்தொடுகை வலிமை வாய்ந்ததாக இருக்கும். இது p-வகைப் பரப்பாகும். p-பகுதியின் பரப்பளவு மிகச் சிறியதாக உள்ளமையால், இச்சந்தியிடையே மிகச் சிறு மின்தேக்கம் இருக்கும். எனவே உயர் அதிர்வெண்களில் புள்ளி-தொடுகை இரு முனையங்கள் தரம் வாய்ந்தவையாகச் செயல்படுகின்றன.



படம் 2. புள்ளி-தொடுகை இருமுனையத்தின் சிறப்பியல்பு

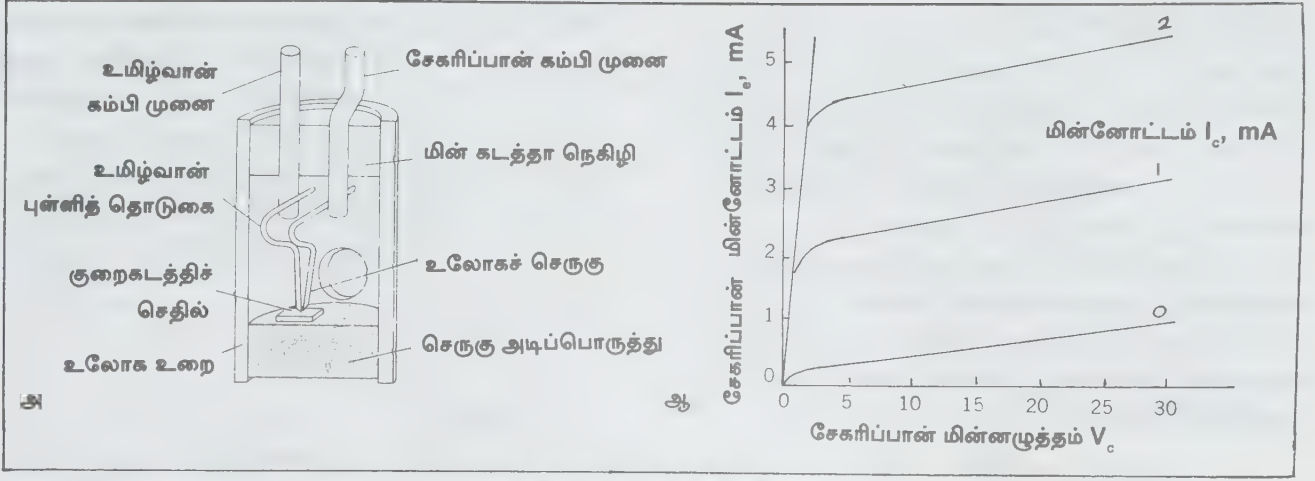
இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புள்ளி-தொடுகையின் மின்னியல் பண்பு ஏறக்குறைய pn சந்தியின் மின்னியல் பண்பை ஒத்திருக்கும். புள்ளி-தொடுகை இருமுனையம் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஜெர்மானியத்தின் கடத்துநிறனையும் அது உருவாக்கப்படும்போது செலுத்தப்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவையும் பொறுத்துப் புள்ளி-தொடுகை இருமுனையத்தின் சிறப்பியல்பு அமையும்.

இரா. இந்து

## புள்ளி-தொடுகைத் திரிதடையம்

1948ஆம் ஆண்டு ஜெ. பார்மன் டபிள்யூ.ஹெச். பிராட்டெய்ன் ஆகியோர் இத்திரிதடையத்தை உருவாக்கினர். இது 0.05 x 0.05 x 0.005 அளவுள்ள n-வகை ஜெர்மானியப் படிகத்தை உடையது. அடிப்பகுதியாக அமையும் இதன் மேல் டங்ஸ்டன் அல்லது பெரில்லியம் - செம்பு, பாஸ்பார் - வெண்கலம் இவற்றின் கூரான முனைகள் ஏறக்குறைய 0.002" இடைவெளி விடப்பட்டு உருவாக்கப்படுகின்றன.





(அ) புள்ளி-தொடுகைத் திரிதடையத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

(ஆ) சிறப்பியல்பு வரைபடம்

இப்புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றும் இருமுனைய மின்னோட்ட - மின்னழுத்தச் சிறப்பியல்புகளைக் கொடுக்கும். இரண்டு தொடுகைகளில் ஒன்று முன்னோக்கிச் சார்பிடப்படும். இது உமிழ்வானாகச் செயல்படுகிறது. பிறிதொரு தொடுகை பின்னோக்கிச் சார்பிடப்படும். இது சேகரிப்பானாகச் செயல்படுகிறது. மூன்றாம் மின்முனை குறை மின்தடை பெற்றிருக்கும். இது அடிவாயாகச் செயல்படுகிறது.

இக்கட்டமைப்பில் திறன் மிகுதியாக இருக்கும். ஏனெனில் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் உமிழ்வான் மின்னோட்டத்தைவிட இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். இக்கட்டமைப்பை உருவாக்கும் போது மிகு துடிப்பு மின்னோட்டங்கள் வெவ்வேறு வழிகளில் வெவ்வேறு கால அளவுகளில் செலுத்தப் படுகின்றன. மின்னோட்டங்கள் ஒவ்வொரு தொடுகைக்கும் அடிப்பகுதிக்கும் இடையிலோ இரண்டு தொடுகைகளுக்கு இடையிலோ செலுத்தப்படும்.

புள்ளித் தொடுகைத் திரிதடையங்கள் மிகு மின்னோட்டப் பெருக்கத்தை (current gain) உடையன. இவை 100MHZ அதிர்வெண்ணும் 200 மில்லிவாட் திறனும் கொண்டவையாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. தற்காலத்தில், புள்ளித் தொடுகைத் திரிதடையங்களைச் சந்தி திரிதடையங்கள் மாற்றிச் செய்துள்ளன.

இரா. இந்து

## புள்ளித் தோற்றுவாய்

ஒரு புள்ளி என்பது இருப்பிடத்தால் மட்டுமே குறிக்கப்படுவதாக, நீள அகலங்கள் அற்றதாக விளக்கப்படுகிற கணிதவியல் கருத்து, அதே போல வரையறுக்கப்பட்ட இருப்பிடம் மட்டுமே உள்ளதாய் இடவெளியில் வேறு பரிமாண நீட்சிகள் இராததாய் இருக்கிற ஓர் ஒளித் தோற்றுவாய் புள்ளித் தோற்றுவாய் (point source) எனப்படும். கதிர்வீசலைப் பற்றி ஆயும்போது புள்ளித் தோற்றுவாய் என்னும் கருத்து மிகவும் உதவி புரிகிறது.

ஒரு புள்ளித் தோற்றுவாயிலிருந்து கதிர்கள் ஆரத்திசைகளிலான நேர் கோடுகளில், அதாவது கோள வடிவ அலை முகப்புகளாகப் பரவுமானால் ஆற்றல் மாறாமைக் கோட்பாட்டின்படி, அவற்றின் செறிவு தோற்றுவாயிலிருந்து உள்ள தொலைவின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் குறைந்து கொண்டே போகும். நடைமுறையில் புள்ளித் தோற்றுவாய் என்னும் கணிதவியல் தகுதியைப் பெறக்கூடிய இயற்பியல் கதிர்த் தோற்றுவாய் எதுவும் இல்லை. ஆனால் தோற்றுவாயின் பரிமாணத்தைவிடப் பன்மடங்கு அதிகமான தொலைவில் கதிர்வீச்சின் செறிவை அளவிடும்போது மேற்சொன்ன தலைகீழ் இருமடி விதி தோராயமாகப் பொருந்துகிறது.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

## புள்ளிப் பற்றுவைப்பு

இது மின்தடைப் பற்றுவைப்பு (resistance welding) வகையைச் சார்ந்தது. இணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகத் தகடுகளை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி அவற்றின் மேல், கீழ்த் தகடுகளை முறையே இரண்டு மின் தாண்டுகளின் இடையில் (electrode) அழுத்தி, மின்தண்டுகளின் வழியே மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது அழுத்தப்பட்ட தகடுகளில் ஏற்படும் மின்தடை காரணமாக வெப்பம் உண்டாகிறது. இந்த வெப்பமும் மின்தண்டுகளின் அழுத்தமும் புள்ளியின் உலோகத் தகடுகளைப் பற்ற வைத்துவிடுகின்றன.

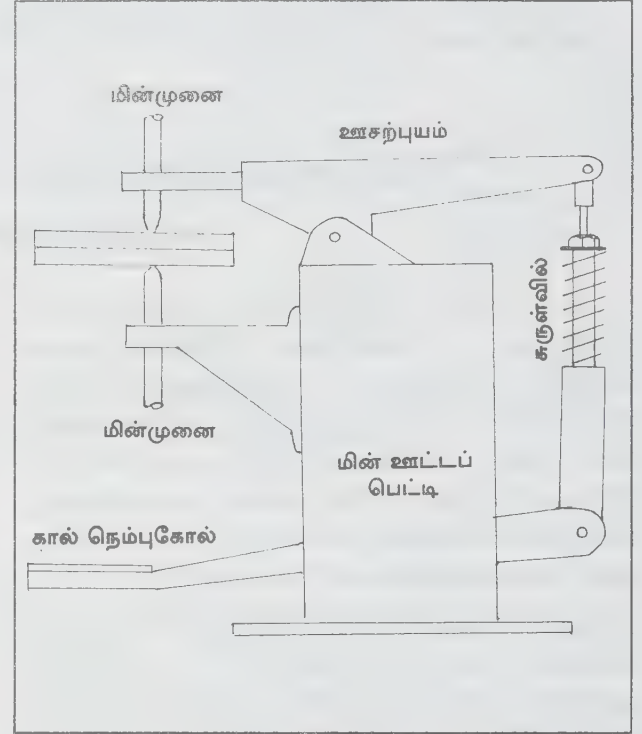
### வகை

**நேரடி பற்றுவைப்பு.** இம்முறையில் மின்முனைகள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தகடுகளின் இருபுறமும் இருக்க, மின்சாரம் ஒரு மின்முனையிலிருந்து உலோகத் தகடுகள் வழியே மறு மின்முனையை அடைந்து அங்கிருந்து மின்மாற்றியை அடைகிறது.

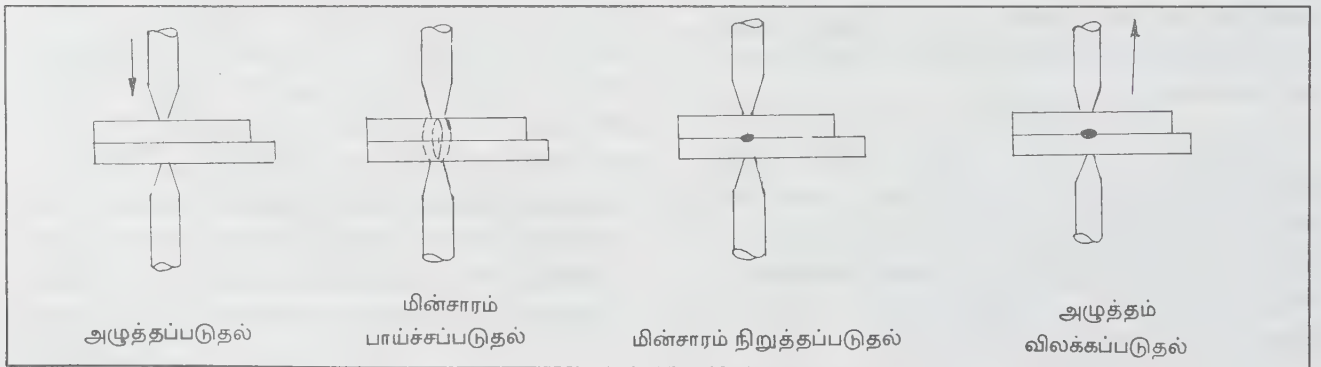
**தொடர் பற்றுவைப்பு.** இம்முறையில் மின்சாரத்தின் ஒரே பாதையில் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட புள்ளிகள் ஒரே நேரத்தில் பற்றுவைக்கப்படுகின்றன. துணைச்சுற்று (push-pull weld) மின்னோட்டத்தின் ஒரு பகுதி இணைக்கப்படும் தகடுகளில் ஒன்றின் வழியாக முனையங்களில் எதிர்த்திசை மின்னோட்டம் (reversed polarity) செல்கிறது.

**இழுவிசை தள்ளுவிசைப் பற்றுவைப்பு.** பற்றுவைக்க வேண்டிய தகடுகளை ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி இரண்டு மின்முனைகளுக்கு இடையே செலுத்த

வேண்டும். இரண்டு மின்முனைகளும் தகடுகளை அழுத்திக் கவ்வுமாறு நெருக்கி அமைக்க வேண்டும். ஒரு மின்முனையிலிருந்து தகடுகளின் வழியே அடுத்த மின்முனையை அடைகிற மின்சாரம், மின்தடை காரணமாக தகடுகளின் அழுத்தப்படுகிற சிறு பரப்பளவில் வெப்பத்தை உண்டாக்கும். இந்நிலையில் மின்சாரத்தை நிறுத்த வேண்டும். வெப்பத்தால் நெகிழ்ந்திருக்கிற தகடுகள்



படம் 2. ஊசற்புயக் கருவி



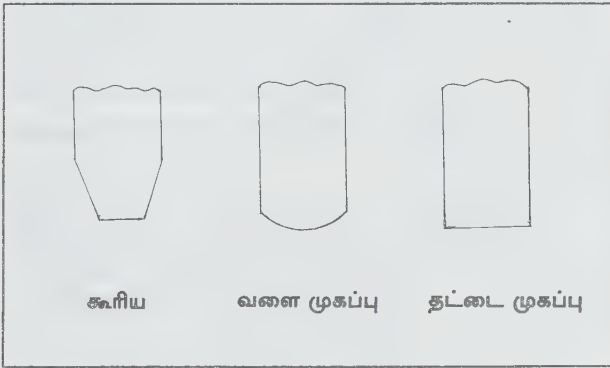
படம் 1. புள்ளி பற்றுவைப்பு முறை



மின்முனைகளின் தொடர்ச்சியான அழுத்தத்தால் பற்றிக் கொள்கின்றன. பின்னர் மின்முனைகளை அகற்றிவிட வேண்டும்.

புள்ளிப் பற்றுவைப்புக் கருவி. இணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகங்களின் தன்மைக்கேற்பப் பல வகைக் கருவிகள் இன்று நடைமுறையில் உள்ளன. அவற்றுள் ஊசற்பயக் கருவி (rocker arm machine) மிகப் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. ஊசற்பயக் கருவியின் மேல்புறத்தில் நீண்டதோர் ஊசற்பயம் இருக்கும். அப்பயத்தின் பின்புறம் அழுத்தச் சுருள் வில் (compression spring) இணைக்கப்பட்ட கம்பி மூலம் காலால் இயக்கக்கூடிய ஒரு நெம்புகோலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். புயத்தின் முன்புறம் மின்முனை ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதற்கு நேர்கீழாக மற்றொரு மின்முனை கருவியின் உடற்பகுதியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நெம்புகோலைக் காலால் இயக்கும்போது ஊசற்பயத்தின் முன்புற மின்முனை கீழ்நோக்கி நகர்ந்து உலோகத் தகடுகளை அழுத்தும்.

மின்முனைகளின் அமைப்பு. மின்முனைகள் மின்கடத்திகளாகவும் வெப்பக் கடத்திகளாகவும் உறுதிவாய்ந்தனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும். வடிவைக் கொண்டு இவை மூன்றாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. கூர்முனை மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. இதன் நுனிப் பகுதி எப்போதும் ஒரே சீராகத் தேய்வதால் பற்றுவைப்பின் தன்மைகள் கெடுவதில்லை.



படம் 3. மின்முனைகளின் அமைப்பு

குமிழ்முனை உயர் அழுத்தத்தை உருக்குலைவு இன்றித் தாங்க வல்லது. தட்டை முனை அழுத்தத் தழும்புகள் இன்றிப் பற்றுவைக்க வல்லது.

## வெப்பச் சுருக்கம் (Heat shrinkage).

அழுத்தத்தால் பற்றுவைக்கப்படுவதால் மின்தண்டு அல்லது அழுத்தம் தகடுகளின் வெளிப்புறத்தில் சிறு குழிவுகளை (indentations) ஏற்படுத்தும். இவை தகடுகளின் தோற்றத்தை மாசுபடுத்துகின்றன.

புள்ளி பற்றுவைப்பின்போது தகடுகள் சூடேற்புப் படுவதால் அவை எம்பி விரிவடையத் தொடங்குகின்றன. அதேவேளையில் மின்முனைகள் அழுத்தும் புள்ளிகளின் சுற்றிலும் சற்றே மேல்நோக்கி வளைகின்றன. இவ்வாறு தகடுகளின் மேல் தோன்றும் ஏற்ற இறக்கம் வெப்பச்சுருக்கம் எனப்படுகிறது. இதைத் தடுக்க, தகடுகளின் மேல்புறத்து மின்முனையைச் சற்று அகலமாக்கலாம்.

வெப்பச் சமநிலைப்படுத்தல். பக்குவமான புள்ளிப் பற்றுவைப்பிற்கு இரண்டு உலோகத்தகடுகளிலும் வெப்பத்தின் தாக்கம் சம அளவாக இருக்க வேண்டும். ஒரே உலோகத்தின் இருவேறு தடிமனுள்ள தகடுகளை இணைக்கும்போது அதிகத் தடிமனுள்ள தகட்டுப் பக்கம் சிறிய பரப்பளவுள்ள மின்முனை பயன்படுத்தப்படும். வெவ்வேறு மின்கடத்துநிறனுள்ள உலோகத் தகடுகளை இணைக்கும்போது உயர் மின்கடத்துநிறனுள்ள தகட்டுப் பக்கம் சிறிய பரப்பளவுள்ள மின்முனை பயன்படுத்தப்படும்.

வயி. அண்ணாமலை  
சொ. மனோகரன்

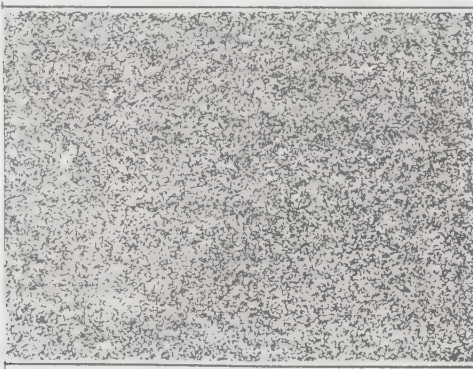
## புள்ளிப் பாங்கம்

லேசர் போன்ற மிகு ஒளியல் ஒளிமூலத்திலிருந்து (coherent source) பாயும் ஒளி, ஒரு பொருளின் சொரசொரப்பான மேற்பரப்பில் படும்போது அல்லது ஓர் ஒருபடிகத் தன்மையற்ற ஊடகத்தின் வழியே செல்லும்போது சிதறுண்டு, ஒழுங்கற்ற ஒளிச்செறிவுடன் கூடிய ஒரு புள்ளிப் பாங்கான தோற்றத்தை உண்டாக்கும். இது இயற்பியலின் புள்ளிப் பாங்கம் (speckle) எனப்படும். இந்த ஒளியியல் நிகழ்வு ஐசக் நியூட்டன் காலந்தொட்டு அறியப்பட்டதொன்றாயினும், லேசர் ஒளி கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அதன் பயன் கூடிய வளர்ச்சியே தற்போது ஆய்வாளர்கள் புள்ளிப்பாங்கு நிகழ்வில் மிகுதியான ஈடுபாடு காட்டுவதற்கும் காரணமாக அமைந்தது. லேசர் ஒளிப் பயன்பாடுகளின் புள்ளிப்பாங்கம் என்பது பெருமளவில் இடர் தருவதாகவே எண்ணப்பட்டு வந்தது. 1970இல் ஆய்வாளர்கள், இதுபோன்ற வேண்டப்

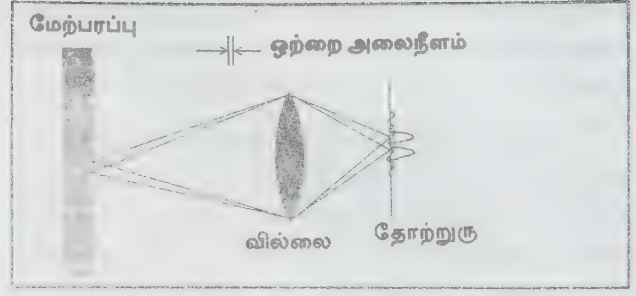
படாத நோக்கினை மாற்றி இதனை எவ்வாறெல்லாம் நன்கு பயன்படுத்தலாம் எனக் கண்டறிந்தனர்.

ஓர் ஒரியல் ஒளிமூலத்திலிருந்து வரும் ஒளியைக் கொண்டு ஒருபொருள் நோங்குங்கால் படம் 1இல் காட்டியுள்ளது போல் நுண்துகள் கொண்ட ஒரு சொரசொரப்பான மேற்பரப்போடு கூடியதாகத் தோற்றமளிக்கும். பரப்பின் சிறு துகள் அமைப்பு கொண்ட விரிந்து பரந்த அவ்வொளிக் காட்சி அப்பொருளின் மேற்பரப்பு நுண் அமைப்போடு நேரடித் தொடர்பு எதுவும் கொண்டதாக அறியப்படவில்லை. ஆயினும் இந்தச் சீரற்ற ஒளிப் பாங்கினைப் புள்ளியியல் மற்றும் திகழ்திறக் கோட்பாட்டு (probability theory) அடிப்படையில் நன்கு விளக்கலாம். இதன் கணக்கியல் அடிப்படையிலான விளக்கம் சிக்கல் நிறைந்ததாக இருப்பினும் புள்ளிப்பாங்கின் ஐயல்பியல் வழி மூலத்தினை எளிதில் விளக்க இயலும்.

பெரும்பாலான பருப்பொருள்களின் மேற்பரப்பு ஒளி அலைகளின் நீளத்தினைக் ( $5 \times 10^{-7}$  மீ) கருத்தில் கொண்டு நோக்குங்கால், மிகவும் கரடுமுரடானதேயாகும். ஒரே அலை நீளம் கொண்ட ஒரு நிற ஒளி இது போன்ற பரப்பிலிருந்து எதிரொளிக்கும்போது சற்றே தொலைவில் உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி அலை, பல ஒரியல் சிறு அலைகளின் கூட்டாக அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொன்றும் பரப்பின் மேலுள்ள நுண்ணிய பகுதிகளிலிருந்து வெளிப்படும். பல்வேறு சிறு அலைகளுக்கிடையே அவை செல்லும் தொலைவிலான வேறுபாடு ஒளியின் சில அலை நீளங்களாக இருக்கையில் கட்டங்கள் மாறுபட்ட இச்சிறு அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவாலேயே (interference) புள்ளிப் பாங்கும் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.



படம் 1.



படம் 2.

படம் 2 இல் காட்டியுள்ளது போல் ஒரு திருத்திய ஒளி அமைப்பினைக் கொண்டு ஒரு பரப்பினை ஒளிவித்து அதன் தோற்றுருவைப் பெற்றால், தோற்றுருவின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் விளிம்பு வரைவிலான ஒளி பரப்புகளே உண்டாகிறது. ஆகவே தோற்றுருவின் எந்தப் புள்ளியிலுமான ஒளிச்செறிவு பொருளின் தனித்தனியான பகுதிகளிலிருந்து வரும் ஒளியின் ஒரியல் சேர்க்கையின் விளைவேயாகும். எல்லைக்குட்பட்ட எந்த ஒரு புள்ளியின் விரிவாக்கமும் பொருள் மேற்பரப்பின் நுண்ணிய வேறுபாடுகளோடு ஒப்பிடுகையில், அகன்று பரவலாக இருக்குமேயாயின், கட்டம் மாறியுள்ள பல ஒரியல் ஒளிக்கதிர்களின் பாய்வு ஒவ்வொரு தோற்றுருப் புள்ளியிலும் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒரு புள்ளிப்பாங்கான பரப்பினையே தோற்றுவிக்கும். இவ்விளக்கம் லேசர் ஒளி தவிர ஏனைய ஒளி மூலங்களுக்கும் பொருந்தும். ராடார் கிளைட்டர் விளைவு, பாய்மத்தில் விளையும் எக்ஸ் - கதிர்களின் சிதறல் படிகமிலாக் கார்பன் மென் படலத்தினால் விளையும் எலெக்ட்ரான் சிதறல் ஆகியவை. கோள்களுக்கில்லாத, விண்மீன்களுக்கு மட்டுமே தோன்றும் ஒளி மினுமினுப்பைக் கூட இதனடிப்படையில் விளக்க இயலும்.

பயன்பாடு. அளவியல் (metrology) விண்மீன் களுக்குரிய புள்ளி ஒளிக் குறுக்கீட்டியல் (stellar speckle interferometry) ஆகிய இரு பரந்த பிரிவுகளிலும் புள்ளிப்பாங்கு கோட்பாடு பயன்படுகிறது.

அளவியல் பிரிவில் மிக வெளிப்படையான ஒரு பயன்பாடு ஒரு பரப்பின் கரடுமுரடான தன்மையைக் கண்டறிந்து அளவிடுவதாகும். ஒரு கரடுமுரடான பரப்பின் மேல் ஒரியல் ஒளிக்கற்றையைப் படுமாறு செய்து கிடைக்கப் பெறும் ஒரு புள்ளிப்பாங்கு அப்பரப்பின் இயற்பியல் பண்புகளைப் பொருத்தே அமைந்திருக்கும் பரப்பினுடைய

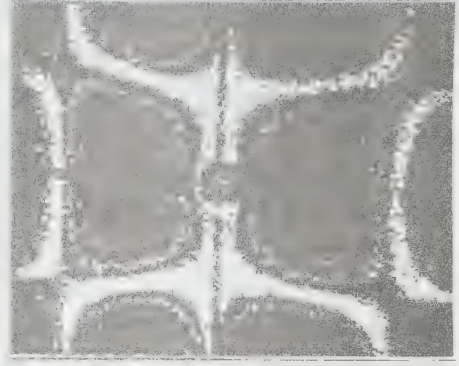


கரடுமுரடான தன்மையை மதிப்பிடும் சராசரி இருமடியின் மூலமதிப்பை (Root-mean square value) அதன் மேல் படையும் ஒரியல் ஒளிக்கதிரின் ஓர் அலை நீளத்துடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவாக இருப்பின், பரப்பின் கரடுமுரடான தன்மையைப் புள்ளிப்பாங்கின் ஒளிச்செறிவு வேறுபாட்டின் வழி அறுதியிடலாம். சராசரி இருமடி மூல மதிப்பு அலை நீளத்திற்கு மிகையாக இருந்தால், ஒரியல் ஒரு நிற ஒளிக்குப் பதிலாகப் பல நிறங்கொண்ட விரிந்த ஒரியல் ஒளியைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் புள்ளிப்பாங்கின் ஒளிச்செறிவு வேறுபாட்டை அளவிடுவதன் வழியே அதன் கரடுமுரடான தன்மையை அறுதியிடலாம். பொறியியலில், எந்த ஓர் அமைப்பிலுள்ள எந்திரக் கூறுகளையும் சேதமற்ற முறையில் ஆய்வு செய்கையில் விளையும் இடப்பெயர்ச்சி, அதிர்வு, உருக்குலைவு ஆகியவைப் பற்றிக் கண்டறிய அவற்றினால் தோற்றுவிக்கப்படும் புள்ளிப்பாங்கினைப் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகள் பெரிதும் வளர்ச்சி பெற்றுள்ளன. எந்திரக் கூறுகளின் பண்புகளைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்படும் கருவியின் பகுதிநுன்கேற்ப அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் புள்ளிப்பாங்கின் அளவைப் பொருத்தமாக அமைக்கும் தகைமையே இம்முறையின் சிறப்பாகும். ஒரு படச்சுருள் வழியாகவோ ஒரு தொலைக்காட்சிப் படமாக்கிப் பெட்டி வழியாகவோ புள்ளிப்பாங்கினைக் காணவும், ஆய்வுக்குட்படுத்தவும் இருந்தபோதிலும் இடப்பெயர்ச்சி போன்றவை பற்றிய துல்லியமான குறிப்புகள் மாற்றம் இன்றிக் காக்கப்படுகின்றன. லேசர் வழிப்புள்ளிப் பாங்கினை அளவியலில் பயன்படுத்துவதற்குத் தொழில் நுட்ப முறைகள் சில இருந்தாலும், அதிர்வு பற்றிய அளவீடுகளைச் செய்யும் முறையை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு இம் முறைகளின் பொதுவான அடிப்படையை விளக்க இயலும்.

படம் 2இல் காட்டியுள்ள அமைப்பின் வழி அதிர்வுடன் கூடிய ஒரு பரப்பினை லேசர் கதிர்கொண்டு ஒளிரச்செய்து அதன் தோற்றுரு பெறப்படுகிறது. லேசர்கதிரின் ஒரு பகுதி தோற்றுருவின் மேல் நேராகப் படியுமாறு அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. பொருளின் பரப்பு, அதிர்வில், அதன் மேல் படையும் கதிர் அலை நீளத்தில் காற்பங்கு அல்லது அதற்கும் கூடுதலாக முன்பின்னாக நகருமேயானால், புள்ளிப்பாங்கு கலைந்து காணப்படும். அதிர்வில்லாத பகுதிக்கான அல்லது அதிர்வில் புள்ளிகளுக்கான (node points) புள்ளிப்பாங்கு தெளிவாகவும், மிகுந்த ஒளிச்செறிவு வேறுபாடுகளுடனும், எளிதில் கண்பார்வையால் பகுத்தறியப்படும்.

தொழிற்துறையில், எந்த ஓர் அமைப்பின் அதிர்வுப் பண்புகள் பற்றிய அளவீடுகளில் மின்னணுப் புள்ளிப்பாங்கு

குறுக்கீட்டியல் (electronic speckle interferometry) பெரிதும் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் புள்ளிப்பாங்கினைப் பார்வையிட ஒரு தொலைக்காட்சி படமாக்கிப்பெட்டி பயன்படுகிறது. இப்படமாக்கிய பெட்டியின் வெளிப்பாடு, புள்ளிப்பாங்கின் மிகுதியும் இடம் சார்ந்த (spatial) அதிர்வு அமைப்பை, மின்னணுச் செயற்பாட்டிற்குட்படுத்தப்படுகிறது. அதன் விளைவு தொலைக்காட்சிப்பெட்டி வழியாகப் பார்க்கப்படுகிறது. காண்க படம் 3.



படம் 3.

ஒளிரும் வரிகள் பொருளுடைய அதிர்வில் அல்லது கணுக்கள் பகுதியைக் குறிப்பன. பொருளின் மேல் விழும் ஒளியின் படுகோணத்தினையும் அதனைப் பார்வையிடும் கோணத்தினையும் அறிவதால் அதிர்வின் வீச்சினைக் கருமைவரிகளின் எண்ணிக்கையிலிருந்து கணக்கிடலாம். இவ்வாறு தொலைக்காட்சிப் பெட்டிக் கண்காணிப்பை (monitor) பார்ப்பதன் வாயிலாகவே பொருளின் முழுமையான அதிர்வுப்பாங்கினை அறுதியிடலாம். பொருளினை அதிர்விக்கும் மூலத்தின் வீச்சினையும் அதிர்வெண்ணையும் மாற்ற, மாறித் தோன்றும் புதிய அதிர்வுப் பாங்கினையும் உடன் காணலாம்.

கண்ணின் ஒளிவிலகல் இயல்பை ஆய்வதற்கும் புள்ளிப்பாங்கினைப் பயன்படுத்தலாம். லேசர் கதிர்கொண்டு ஒளிர்விக்கப்பட்ட பரவல் பான்மையிலுள்ள ஒரு பரப்பு, பார்வையாளரின் பார்வைக் கோட்டிற்கு நேர்குத்தாக நகரும்போது புள்ளிப்பாங்கு பரப்போடு நகர்வது போலத் தோன்றும். பார்வையாளருக்கு, புள்ளிப்பாங்கு பரப்பின் எதிர்த்திசையில் நகர்வதுபோல் தோன்றினால், அது விழித்திரைக்கு முன்னால் தோற்றுருக் குவியம் அடைவதையும் பரப்போடு அதே திசையில் நகரும் புள்ளிப்பாங்கு விழித்திரைக்குப் பின்னால் தோற்றுருக்

குவியமாதலையும், புள்ளிப்பாங்கு சிறிதும் நகராமல் அதே இடத்தில் கொதிக்கும் நீர்மப் பரப்பு மேல் தோன்றினால் பரப்பின் தோற்றுரு (விழித்திரையில்) மேல் சரியாகக் குவியமாதலையும் குறிக்கும். இவை முறையே கண்ணின் அண்மைப் பார்வை (short visions), தொலைவுப்பார்வை (long sight), திருந்தியப் பார்வை (correct vision) ஆகியவற்றைக் காட்டுவன.

விண்மீனுக்குரிய புள்ளிப்பாங்கு குறுக் கீட்டியல் (Stellar speckle interferometry). இம்முறை அளவியலில் பயன்படுத்தப்படும் லேசர் கதிர் புள்ளிப்பாங்கு முறைகளைப் பலவிதத்தில் ஒத்தது. விளிம்பு வளைவால் வரையறுக்கப்படும் பகுதிறன் தொழில்நுட்பத்தைக் கொண்டது. ஒரு தொலைநோக்கிக் கொண்டு காற்றுமண்டல வழி எடுக்கப்படும் விண்மீன், மரபு வழி ஒளிப்படங்களின் பகுதிறன் 1 ஆர்க்நொடி (arc second) (வரம்பிற்குட்பட்டவை). அதாவது 1 ஆர்க்நொடி அல்லது அதற்கும் பெரும் அளவுடையவை. பகுதிறன் அற்ற மிகு உருப்பெருக்கம் உள்ள ஒரு விண்மீனின் ஒளிப்படத்தை, குறைந்த அதிர்வெண் பட்டை அகலமுள்ள ஒரு வடிக்கட்டியைப் பயன்படுத்தி எடுத்திருந்தால் அப்படம் புள்ளிப்பாங்குடன் அமைந்திருக்கும். புள்ளியின் அளவு தொலைநோக்கியின் விளிம்பு வளைவு சார்ந்த பகுதிறன் வரம்பிற்கு (இணையாக) இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாகப் பலோமா மலையிலுள்ள தொலைநோக்கிக் கொண்டு இம்முறையில் ஏறத்தாழ 0.02 ஆர்க் நொடி பகுதிறனை அடைய இயலும். இது காற்று மண்டலத்தால் வரையறுக்கப்படும். தொலைநோக்கிப் பகுதிறனில் 1/50 பங்கு என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்த நுட்பமான முறை இரட்டை விண்மீன்களைப் பற்றியதும், பகுதிறனுக்குட்பட்ட மைய சமச்சீர் விண்மீன்களைப் (centro symmetric stars) பற்றியதுமான ஆய்வுகளில் மிகப் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டது.

எம். எஸ். கோவிந்தசாமி

## புள்ளிமாண்

மாண்களில் மிகவும் அழகானது புள்ளிமாண் (axis deer) ஆகும். இது செர்விடே குடும்பத்தில் உள்ள ஆர்டியோ டேக்கடலா என்னும் வரிசையைச் சார்ந்தது. புள்ளிமாண் இந்தியாவிலும், ஸ்ரீலங்காவிலும் மட்டுமே உள்ளது. இது செழிப்பான புல்வெளியும் மிகுதியான நீர்த்துறைகளும் உள்ள இடங்களில் வசிக்கும் மாணினம். இமயமலையின்

அடிவாரத்திலும், தாராயப் பகுதிகளிலும் மத்தியப் பிரதேசத்திலும், நீலகிரி மலைகளிலும் இது நன்கு வளர்கிறது.

புள்ளிமானின் உடல் முடி பளபளப்பான செம்பழுப்பு இளமஞ்சள் நிறத்தில் மிகுதியான வெண்ணிறப் புள்ளிகளுடன் காணப்படுகிறது. இதன் முதுகில் கருமைநிறம் படர்ந்துள்ளமையால் புதர்களிலும் மர நிழல்களிலும் இருக்கும்போது இனங்காண இயலாது. எனவே இந்திறம் மருண்ட இம்மாண் இனத்திற்குப் பாதுகாப்பு நிறமாகவும் அமைந்துள்ளது. இதன் தலை பழுப்பு நிறமுடையது. இதில் புள்ளிகள் இருப்பதில்லை. ஏனைய மாண்களின் வாலைவிடப் புள்ளிமானின் வால் சற்று நீளமானது. இது கூராக முடியும்.

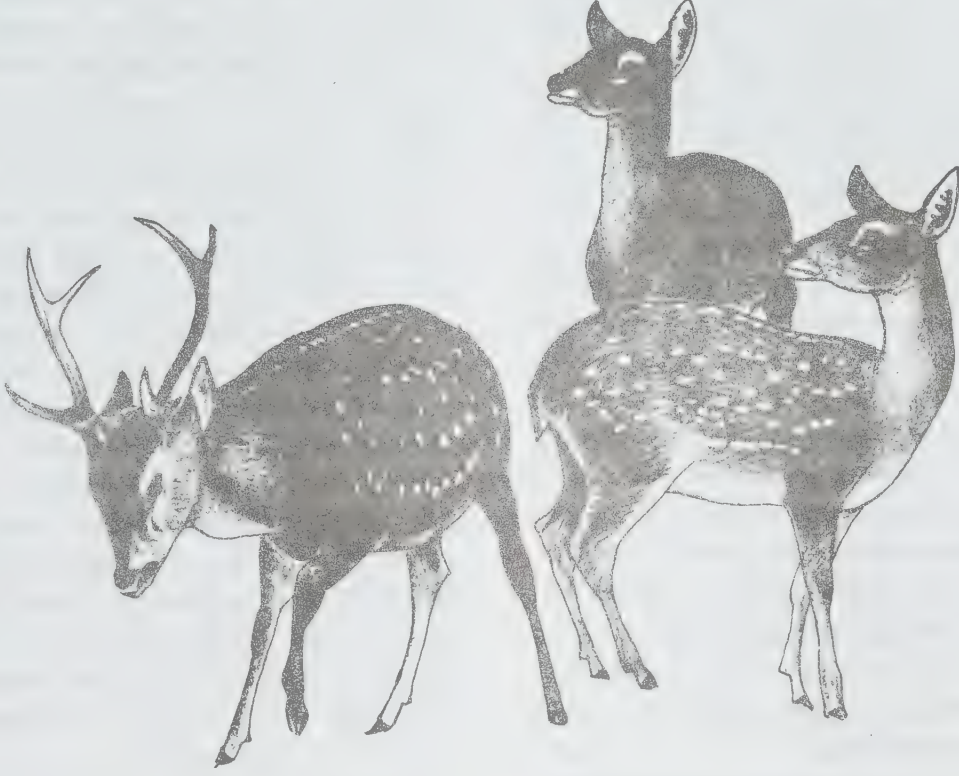
வட இந்தியப் புள்ளிமாண் குறிப்பாக இமயமலையின் அடியில் காணப்படும் நன்கு வளர்ந்த மாண் தோள் வரை ஏறத்தாழ 90 செ.மீ. உயரமும், 85 கி.கி. எடையும் இருக்கும். தென்னிந்தியப் புள்ளிமாண் 75 செ.மீ. உயரத்திற்கு மேல் வளர்வதில்லை. வளர்ச்சியின் வேறுபாட்டிற்குச் சூழ்நிலையும் காரணமாகும். பொதுவாகப் பெண் மாண், ஆண் மாணைவிட சற்று சிறியது.

புள்ளிமாணுக்கு எழில் தருவன அதன் கொம்புகளாகும். ஆண் மாணுக்கு மட்டுமே கொம்புகள் உண்டு. வளரும் கொம்புகள் வெல்வெட் என்னும் தோலால் மூடப்பட்டிருக்கும். நன்கு வளர்ந்த பின் தோல்களுக்கான குருதி ஓட்டம் நிறுத்தப்படும். கொம்புகள் பெரும்பாலும் மூன்று கிளைகளுடன் இருக்கும். கொம்புள்ள ஆண்மாண் மிக அழகாகவும், கம்பீரமாகவும் தோன்றும். கொம்புகள் சாதாரணமாக 75 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். கொம்புகள் உதிர்ந்து மீண்டும் வளரக்கூடிய தன்மை கொண்டவை.

புள்ளிமாண் கூட்டமாக வாழும் இயல்புடையது. ஒரு கூட்டத்தில் 10 - 30 மாண்கள் இருக்கும். அம்மந்தையில் இரண்டு, மூன்று ஆண் மாண்கள் இருக்கும். நூற்றுக்கணக்கான மாண்களையுடைய மந்தையும் உண்டு. புள்ளிமாண் அவ்வப்போது மற்றக் காட்டு விலங்குகளுடன் குறிப்பாக குரங்குகளுடன் சேர்ந்து வாழும். காலையிலும், மாலையிலும் நீண்ட நேரம் அலைந்து திரியும். இதைப் பெரும்பாலும் இரவில் காணவியலாது.

கலவிக் காலம் முடிந்தவுடன் ஆண் மாணின் கொம்புகள் உதிர்கின்றன. இதன் புணர்ச்சிப் பருவம் இடத்திற்கேற்ப மாறுபடும். மைய இந்தியாவில் வாழும் புள்ளிமானின் புணர்ச்சிப் பருவம் மே மாதத்தில் உச்ச நிலையை அடைகிறது. பொதுவாக ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்களில் கொம்புகளை





புள்ளி மான்கள்

அகற்றுகின்றது. இருப்பினும் அனைத்துப் பருவங்களிலும் பல்வேறுபட்ட வளர்ச்சி நிலையில் உள்ள கொம்புகளை உடைய ஆண் மான்களும் இருக்கின்றன. வட இந்தியப் புள்ளிமான் பனிக் காலத்தில் புணர்ச்சியில் ஈடுபடுகிறது. இருப்பினும் அனைத்துப் பருவங்களிலும் குட்டிகள் காணப்படுகின்றன. இனவிருப்புடைய ஆண் மான் பெருங்குரலில் ஒலி எழுப்புகிறது. பெண் மாளை அடைவதற்காக ஆண்கள் மூர்க்கமாக சண்டையிட்டுக் கொள்கின்றன. புள்ளிமானின் கருக்காலம் 6 - 8 மாதங்கள். ஓர் ஈற்றில் இரண்டு குட்டிகளை ஈனுகிறது. சில சமயங்களில் மூன்று குட்டிகளையும் ஈனும். புள்ளிமான் மிகுந்த எண்ணிக்கையில் இனப்பெருக்கம் செய்யக் கூடியது. இது காட்டிலுள்ள சிங்கம், சிறுத்தை, புலி போன்ற ஊனுண்ணிகளால் பெருமளவில் கொல்லப்படுகிறது. மனிதர்களும், தோல், கொம்பு, இறைச்சி முதலியவற்றிற்காக வேட்டையாடி அழிக்கின்றனர். எனினும் இதன் எண்ணிக்கை இயற்கையில் பெருமளவு குறைவதில்லை.

இதற்கு அடிப்படைக் காரணம் இதன் இனப்பெருக்கத் திறனேயாகும்.

கு. சம்பத்

## புள்ளியியல்

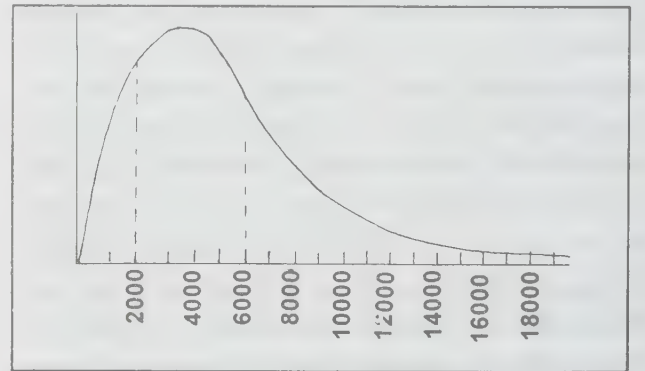
தகவல்களைத் திரட்டுவது, பகுப்பாய்வு செய்வது, முன்வைப்பது ஆகியவற்றைப் பற்றிய அறிவியல் துறை புள்ளியியல் ஆகும். இயற்பியல், உயிரியல், சமூக அறிவியல், பொறியியல், வணிக மேலாண்மை, அரசு அலுவல், சந்தைப் பகுப்பாய்வு போன்ற பல துறைகளில் புள்ளியியல் இடம்பெறுகிறது. எண்ணிக்கை கண்டுபிடிப்பது போன்ற எளிய செயல்களிலிருந்து சிக்கலான கணித அமைப்புகள் வரை பலமுறைகள் பெருஞ்செலவில் சேகரிக்கப்பட்ட தகவல்களிலிருந்து முடிவுகளை உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன.

புள்ளியியலை நிகழ்தகவுக் (probability) கொள்கை பயன்படுத்தப்படும் ஒரு துறையாக விவரிக்கலாம். ஓர் அளவி காட்டும் அளவீட்டைக் குறித்துக் கொள்கிற ஓர் இயற்பியல் வல்லுநர், கலப்பினப் பயிரிலிருந்து கிடைக்கிற விளைச்சலை அளக்கிற விவசாயப் பொருளாதார வல்லுநர், ஓர் அமிலத்தின் செறிவை ஆய்வு மூலம் கண்டுபிடிக்கிற ஒரு வேதி வல்லுநர், பொது மக்களின் கருத்தைக் கண்டுபிடிக்க நேர்முகப் பேட்டியை நடத்துவோர் போன்றோருக்குப் பொதுவாக ஏற்படுகிற ஒரு சிக்கல் தன்னிச்சையான மாறுபாடு (random variation) ஆகும். ஓர் ஆய்வைப் பலமுறை செய்து பார்க்கும்போது கிடைக்கிற முடிவுகளில் சிறு சிறு வேறுபாடுகள் காணப்படுவதைத் தவிர்க்க முடிவதில்லை. இத்தகைய தன்னிச்சையான மாறுபாடுகளின் எண் மதிப்பை வரையறுக்கவும் அதைச் சிறு அளவுள்ளதாக்கவும், அதை ஈடு செய்துவிடவும், கணக்கீட்டு முறைகள் மூலம் அதை நீக்கிவிடவும், தக்க முறையில் அமைக்கப்பட்ட காட்சிப் பதிவுப் பாங்கு மூலம் அதைப் பகுப்பாய்வு செய்யவும் புள்ளியியல் முறைகள் பயன்படுகின்றன. நிகழ்தகவுக் கொள்கை, தன்னிச்சை மாறிகளின் (random variables) பண்புகளைப் பற்றியதாகும். எனவே அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான உத்திகளை உருவாக்குவதற்கான அடிப்படையை அது அளிக்கிறது.

புள்ளியியல் ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் (population) சிறு மாதிரித் தொகுதிகளைப் பற்றிய தகவல்களைத் திரட்டி அவற்றிலிருந்து முழுமைத் தொகுதியின் பண்புகளைக் கண்டுபிடிக்கும் அறிவியல் முறையாகவும் விவரிக்கப் படுகிறது. ஒரு முழுமைத் தொகுதி என்பது நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட உறுப்புகளின் திரள் ஆகும். தொலைக்காட்சியில் ஞாயிறு தோறும் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியைப் பார்க்கும் சிறுவர், சென்னை மாநகரில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியைப் பார்க்கும் சிறுவர், சென்னை மாநகரில் ஒரு குறிப்பிட்ட நாளில் ஓடிக்கொண்டிருக்கிற சரக்குந்து, தென்னிந்தியாவிலுள்ள தேயிலைத் தோட்டம், ஒரு நாணயத்தைக் கோடிக்கணக்கான முறை சுண்டிப்போடும்போது வருகிற தலை அல்லது பூவின் எண்ணிக்கை போன்றவற்றை முழுமைத் தொகுதிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். முழுமைத் தொகுதி என்பது முடிவுள்ளதாகவோ (finite), முடிவற்றதாகவோ (infinite) இருக்கலாம். முழுமைத் தொகுதியின் ஏதாவது ஓர் அக்கறைபூட்டும் பண்பை அளவிடுகிற ஒரு தன்னிச்சை மாறியின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைகிற உறுப்புகள்

அடங்கியது ஒற்றைமாறி (univariate) முழுமைத் தொகுதி எனப்படும். தொலைக்காட்சியில் ஞாயிறுதோறும் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியைப் பார்க்கிற சிறுவரில் எவ்வளவு பேர் ஆண்கள் அல்லது பெண்கள் என்பதை அறிய ஓர் ஆய்வாளர் விரும்பலாம். அதே போல ஞாயிறு தோறும் தொலைக்காட்சி பார்ப்போரில் எவ்வளவு பேர் ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியைப் பார்க்கிறார்கள் என்பதை அவர் அறிய விரும்பக்கூடும். ஒவ்வொரு தனி நபருக்கும்  $x$  என்னும் ஒரு தன்னிச்சை மாறியை விதித்து, அந்தக் குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியை பார்க்கிறவருக்கு  $x = 1$  எனவும், பார்க்காதவருக்கு  $x = 0$  எனவும் மதிப்புக் கொடுக்கலாம். ஓர் ஆய்வாளர் முழுமைத் தொகுதியின் வேறு ஒரு பண்பிலும் அக்கறை கொண்டிருப்பாரேயானால் அவர் ஓர் இரட்டை மாறி முழுமைத் தொகுதியை ஆய்வு செய்து கொண்டுள்ளார் எனலாம். எடுத்துக்காட்டாக அந்தக் குறிப்பிட்ட தொடர் நிகழ்ச்சியைக் காண்போருடைய வயதுகளையும் அவர் அறிய விரும்பலாம். அத்துடன் அவர்களுடைய பொருளாதார நிலையைப் பற்றியும் அவர் அறிய முன்வந்தால் அது ஒரு மும்மாறி (trivariate) முழுமைத் தொகுதியாகிவிடும். இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட மாறிகள் ஆராயப்படும் முழுமைத் தொகுதியை பன்மை மாறி (multivariate) எனவும் கூறலாம்.

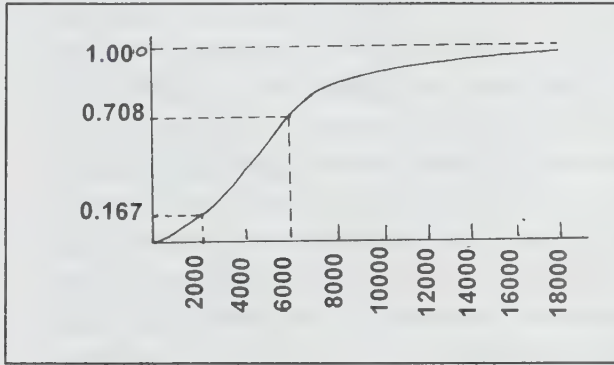
தன்னிச்சை மாறிகள் தொடர்ச்சியானவையாகவோ, தனித்தனி மதிப்புகள் கொண்டவையாகவோ (discrete) இருக்கலாம். ஓர் அறையின் நீளம் போன்ற எந்த ஓர் எண் மதிப்பையும் பெற்றிருக்கக்கூடியவை தொடர் மாறிகள். ஓர் அறையிலுள்ள சாளரங்களின் எண்ணிக்கை போன்ற சில குறிப்பிட்ட எண் மதிப்புகளை மட்டுமே பெற்றிருக்கக் கூடியவை தனித்தனி மதிப்புள்ள மாறிகள்.



படம் 1. ஆண்டு வருவாய்ப் பரவல்



**பரவல் (Distributions).** ஓர் ஒற்றை மாறி முழுமைத் தொகுதியில், அதன் பரவல் ஒரு வளைகோடு ஆகும். அதன் உறுப்புகளின் தன்மையாக இருக்கிற தன்னிச்சை மாறியின் சார்பெண்ணாக அது இருக்கும். அதிலிருந்து தன்னிச்சை மாறியின் ஒரு குறிப்பிட்ட நெடுக்கத்திற்குள் அமைந்திருக்கிற உறுப்புகளின் விகிதத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகப் படம் 1இல் ஒரு நாட்டில் உள்ள குடும்பங்களின் ஆண்டு வருமானத்தின் பரவல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வளைகோட்டின் கீழேயுள்ள, மொத்தப் பரப்பளவு ஒன்று. ஏதேனும் இரண்டு செங்குத்துக் கோடுகளுக்கு இடையில் அடைப்படுகிற பரப்பளவு அந்தச் செங்குத்துக் கோடுகள் குறிப்பிடுகிற வரம்புகளுக்கிடையில் வருமானமுள்ள குடும்பங்களின் விகிதத்தை அளிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக ரூ.2000, ரூ.6000 ஆகிய மதிப்புகளுக்கிடையிலுள்ள பரப்பளவு 0.541 எனில் மொத்தக் குடும்பங்களில் 54.1% எண்ணிக்கையிலுள்ளவை ரூ.2000 - 6000 ஆண்டு வருமானமுள்ளவை என்று தெரிய வருகிறது. பரவல் சார்பெண், அடர்த்திச் சார்பெண், நிகழ்வெண் சார்பு (frequency function), நிகழ்தகவு அடர்த்தி (probability density) என்னும் பெயர்களாலும் பரவல் குறிப்பிடப்படுகிறது.



**படம் 2. ஆண்டு வருவாயின் வளர் பரவல்**

ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் இடப் பக்கத்தில் வரை கோட்டுக்குக் கீழுள்ள மொத்தப் பரப்பளவையும் வைத்து ஒரு வரைகோடு வரையலாம். அது சுழியில் தொடங்கி மாறி பெரிதாகும்போது ஒன்றுக்குச் சமமாகிவிடும். இவ்வரைகோடு சில சமயங்களில் வளர்பரவல் சார்பெண் (cumulative distribution function) நிகழ்தகவுப் பரவல் அல்லது வெறும் பரவல் என்னும் சொற்களால் குறிக்கப்படுகிறது. படம் 1 இன் வளர் வடிவம் படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கிடை அச்சிலுள்ள எந்த ஒரு புள்ளிக்கு நேராகவும் உள்ள அ.க.15-48

வரைகோட்டின் உயரம், படம் 1இல் அந்தப் புள்ளிக்கு இடப் பக்கமாக, வரைகோட்டின் கீழுள்ள பரப்பளவுக்குச் சமமாக இருக்கும். அது அப்புள்ளி குறிப்பிடுகிற அளவுக்குக் குறைவான வருமானமுள்ள குடும்பங்களின் விகிதத்தைத் தரும். இவ்வாறு இரு வகையான பரவல்களும் பண்பு மாறி, முழுமைத் தொகுதியில் பரவியிருக்கிற விதத்தைப் பற்றிய முழுமையான தகவல்களை அளிக்கின்றன.

**முழுமைத் தொகுதித் துணை அளவு (Parameter).** முழுமைத் தொகுதி அல்லது அவற்றின் பரவல் பல சமயங்களில் சில குறிப்பிட்ட துணை அளவுகளால் நிறைவு அற்ற வகையில் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு. இடம்காண் துணை அலகு (location parameter) அல்லது மையநிலைப் போக்கு (central tendency) அளவுகள் இவற்றில் சில. சிதறல் அளவை (dispersion measure) அல்லது அளவுத்திட்டத்துணை அலகு (scale parameter) ஆகியவை அடுத்த முதன்மைத் துணை அலகுகளாகும்.

கூட்டுச் சராசரி (mean), இடைநிலை (median), முகடு (mode) ஆகியவை விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் இடம் காண் துணை அலகுகளாகும். கூட்டுச் சராசரி என்பது முழுமை தொகுதி முழுவதற்குமான தன்னிச்சை மாறிகளின் சராசரி மதிப்பு. அது பல சமயங்களில்  $\mu$  என்னும் கிரேக்க எழுத்தால் குறிப்பிடப்படும்.  $X$  என்பது தன்னிச்சை மாறி.  $f(x)$  என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட முழுமைத் தொகுதிக்கான நிகழ்வெண் சார்பு,  $f(x)$  என்பது அதன் வளர் வடிவம் எனில் கூட்டுச் சராசரி

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} x df(x) \quad \text{-----}(1)$$

இடைநிலை med,  $m$  அல்லது  $x_{.50}$  ஆகிய குறிகளால் காட்டப்படும். முழுமைத் தொகுதியின் உறுப்புகளுடன் தொடர்புள்ள மாறியின் மதிப்புகளில் ஒரு பாதி இடைநிலை எனப்படும் எண்ணுக்கு மேலோ, குறைந்தோ இருக்கும்

$$\int_{-\infty}^m df(x) \geq 1/2 \leq \int_m^{\infty} df(x) \quad \text{-----}(2)$$

முகடு என்பது தன்னிச்சை மாறியின் மிகப்பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும் மதிப்பு ஆகும். நிகழ்வெண் சார்பு ஒற்றையான பெரும் மதிப்புக் கொண்டிருக்குமானால் அது அந்தப் பெரும் மதிப்பை அடைகிற தன்னிச்சை மாறியின் மதிப்பு, முகடு எனப்படும். இடம் காண் துணை அலகுகள் முழுமைத் தொகுதியின் தன்னிச்சை மாறி மாறுகின்ற நெடுக்கத்தின் மையத்திற்கு அண்மையில் உள்ள எண்களாகும். மையம் என்பதை வெவ்வேறு வகையாக வரையறுக்கும்போது, வெவ்வேறான

இடம் காண் துணை அலகுகள் தோன்றும். தனிவகையான சூழ்நிலைகள் ஏற்பட்டு வேறு ஓர் இடம் காண் துணை அலகு பெரிதும் பொருத்தமானது என ஆகாத வரை பொதுவாகக் கூட்டுச் சராசரியே பயன்படுகிறது.

ஒரு முழுமைத் தொகுதி அதன் மையத்தின் இருபுறமும் பரவியிருக்கிற நெடுக்கம் திட்டவிலக்கம் (standard deviation), சராசரி விலக்கம் (mean deviation), இடைக்காலமான நெடுக்கம் (inter quartile range), நெடுக்கம் (range) போன்ற பல சிதறல் அளவைகளால் (measures of dispersion) தோராயமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. திட்டவிலக்கம் என்பது சராசரியிலிருந்து உள்ள விலக்கத்தின் இருமடிச் சராசரியின் இருமடி மூலம் ஆகும். அது  $\sigma$  என்னும் கிரேக்க எழுத்தால் வழக்கமாகக் குறிப்பிடப்படும். அதன் இருமடி  $\sigma^2$  மாறுபாட்டளவை (variance) எனப்படுகிறது.

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 f(x) dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} (x-\mu)^2 dF(x) \quad \text{-----}(3)$$

சராசரி விலக்கம் என்பது முழுமைத் தொகுதியின் சராசரியிலிருந்து உள்ள விலக்கங்களின் சராசரியாகும். சராசரி விலக்கம்

$$= \int_{-\infty}^{\infty} |x-\mu| f(x) dx$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} |x-\mu| dF(x) \quad \text{-----}(4)$$

இங்கு விலக்கங்கள் அனைத்தும் நேரினமாகக் (positive) கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. இடைக்காலமான நெடுக்கம்  $Q$  என்னும் எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. முழுமைத் தொகுதியின் ஒரு கால் பங்கு உறுப்புகளுக்குத் தன்னிச்சை மாறியின் மதிப்பு  $X_{.75}$  என்னும் அளவுக்கு மேற்பட்டும், வேறு ஒரு கால் பங்கு உறுப்புகளுக்கு  $X_{.25}$  என்னும் அளவுக்குக் குறைவாயும் இருக்குமானால்  $X_{.75} - X_{.25}$  என்பது இடைக்காலமான நெடுக்கம் ஆகும்.  $X_{.25}$ ,  $X_{.50}$ ,  $X_{.75}$  ஆகிய எண்கள் கால்மானங்கள் (quartiles) எனப்படுகின்றன. இவை முழுமைத் தொகுதியை நாலில் ஒரு பங்காகப் பிரிக்கின்றன. முழுமைத் தொகுதி உறுப்புகளில் மிகப் பெரியதற்கும் மிகச் சிறியதற்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடு நெடுக்கம் (range) எனப்படும்.

**மாதிரி (Sample).** ஒருவர் ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் ஒவ்வொரு உறுப்பையும் பரிசீலித்து, ஒவ்வொன்றின் தன்னிச்சை மாறியையும் பதிவு செய்து விட்டால் முழுமைத் தொகுதியில் தன்னிச்சைமாறியின் பரவலைப் பற்றிய முழு விவரங்களும் கிடைத்துவிடுகின்றன.

அப்போது புள்ளியியல் சிக்கல் எதுவும் ஏற்படாது. ஆனால் ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் அனைத்து உறுப்புகளையும் பற்றிய தகவல்களை ஒன்று விடாமல் சேகரிப்பது செலவும், உழைப்பும் தேவைப்படும் செயல். எனவே ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் ஒரு சில கூறுகளை மட்டுமே ஆராய முடியும். இதற்கு மாதிரி ஆய்வு என்று பெயர். மாதிரிகளிலிருந்து திரட்டிய தகவல்களின் அடிப்படையில் முழுத் தொகுதியையும் பற்றிய முடிவுகளை உருவாக்க முடியும். இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட முடிவுகள் உறுதியானவையல்ல. ஏனெனில் வேறு வகையான மாதிரிகளை ஆய்ந்தால் வேறு விதமான முடிவுகள் கிடைக்கக்கூடும். மாதிரிகளின் பண்புகளிலிருந்து பொருத்தமான முடிவுகளை உருவாக்குவதும் அவற்றின் ஐயப்பாட்டு அளவைக் குறிப்பிடுவதும் புள்ளியியல் ஊகச் சிக்கல் (problem of inference) எனப்படும்.

மாதிரிகளில் இரண்டு வகையுண்டு. ஆய்வு மாதிரி (survey sample) என்பது உண்மையாக இருக்கிற உறுப்புகள் அடங்கிய ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதாகும். கற்பிதமான உறுப்புகள் கொண்ட ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்படுவது ஆய்வு மாதிரி (experiment) ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட மாவட்டத்திலுள்ள ஆடுகளின் எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடிக்க விரும்பும் ஆய்வாளர் ஒரு சிறு பகுதியிலுள்ள ஆடுகளின் எண்ணிக்கையை மாதிரியாகக் கொண்டு அளவிட்டு முழு மாவட்டத்திற்குமான எண்ணிக்கையை ஊகிப்பார். அது ஆய்வு மாதிரி முறை ஆகும். வேறு ஓர் ஆய்வாளர் ஒரு குறிப்பிட்ட ஊட்டச்சத்தால் ஆடுகளின் உடல் வளர்ச்சி வீதத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பைக் கண்டுபிடிக்க விரும்பினால் ஒரு சில ஆண்டுகளுக்கு அந்த ஊட்ட சத்தை அளித்து அவற்றின் உடல் வளர்ச்சி வீதத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பைக் கண்டுபிடித்துக் கொண்டு அந்த ஆய்வு முடிவுகளிலிருந்து மாவட்டத்திலுள்ள அனைத்து ஆடுகளுக்கும் அந்த ஊட்டச்சத்தைக் கொடுத்திருந்தால் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடிய கற்பிதமான வளர்ச்சி வீத அதிகரிப்பை ஊகித்துக் கொள்வார். இது ஆய்வு மாதிரி ஆகும்.

**தன்னிச்சை மாதிரி.** ஒரு மாதிரி ஆய்வைத் திட்டமிடும்போது சேகரிக்கப்படுகிற விவரங்கள் எந்த விகிதத்தில் ஆய்வின் நோக்கத்தை நிறைவு செய்யும் என்பதைத் தெளிவாகக் குறிப்பிட வேண்டும். மாதிரி எடுக்க வேண்டிய முழுமைத் தொகுதி விரிவாக வரையறுக்கப்பட வேண்டும். மாதிரி எடுக்கும் முறை திறமையானதாகவும், நேரடியான பகுப்பாய்வுக்கு வழிகோலுவதாயும் இருக்க



வேண்டும். ஆய்வின் நோக்கத்தைப் பொறுத்தே முழுமைத் தொகுதியில் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிற உறுப்புகள் வரையறுக்கப்படும். தமிழகத்தின் மொத்த மாம்பழ உற்பத்தியைக் கண்டுபிடிக்கும் நோக்கம் கொண்ட ஆய்வில் மாந்தோப்புகளை மட்டுமல்லாமல் நகரங்களில் வீடுகளுக்குப் பின்புறத்தில் வளர்க்கப்படுகிற ஒரே மரங்களைக் கொண்ட தோட்டங்களையும் முழுமைத் தொகுதியில் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். ஆனால் விற்பனைக்கு வரக்கூடிய மாம்பழங்களின் அளவை மதிப்பிடும் நோக்கத்துடன் செய்யப்படுகிற ஆய்வில் இத்தகைய சிறிய தோட்டங்கள் சேர்த்துக் கொள்ளப்படா.

நிகழ்தகவு மாதிரியெடுத்தலில், மாதிரியைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது அகவியலான (subjective) கூறுகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. அம்முறையில் அனைத்து தனித்தன்மை கொண்ட மாதிரிகளும் தெரிந்தவையாயிருக்கும். முன் கூட்டியே விதிக்கப்பட்டுவிட்ட ஒரு நிகழ்தகவின்படி மாதிரி, சமவாய்ப்புத் தன்மையில் (random) தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. பகுப்பாய்வு முறையும் முன்கூட்டியே முடிவெடுக்கப்பட்டுவிட்டதாயும், குழப்பமற்றதாயும் இருக்கும். இத்தகைய மாதிரிகளிலிருந்து மட்டுமே முழுமைத் தொகுதிகளைப் பற்றி, அளவிடக்கூடிய துல்லியமுள்ள ஊகங்களைப் பெறமுடியும்.

N உறுப்புகள் கொண்ட ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து, அனைத்து உறுப்புகளுக்கும் தேர்ந்தெடுக்கப்படக்கூடிய வாய்ப்பு சமமாக இருக்கும் வகையில் உறுப்புகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் எளிய சமவாய்ப்புத் தன்மை மாதிரியெடுத்தல் (random sampling) எனப்படும். ஒரு கூடையிலிருந்து ஒரு கத்தரிக்காயை எடுத்தல், பிறகு கூடையை நன்கு குலுக்கிவிட்டு அடுத்த கத்தரிக்காயை எடுத்தல், இவ்வாறு ஒவ்வொரு முறையும் கூடையைக் குலுக்கிவிட்டு n கத்தரிக்காய்களை எடுத்தல் என்னும் செயல்முறை இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. இம்முறையில் கூடையிலுள்ள ஒவ்வொரு கத்தரிக்காய்க்கும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதற்குச் சமமான வாய்ப்பு உள்ளது. ஒரு கத்தரிக்காய் ஒரு மாதிரித் தொகுதியில் ஒரு முறையே இடம்பெறமுடியும். எனவே இது மீண்டும் வைக்காத மாதிரியெடுத்தல் ஆகும். n/N என்னும் தகவு மாதிரியெடுத்தல் தகவு (sampling ratio) அல்லது மாதிரியெடுத்தல் பின்னம் (sampling fraction) எனப்படும்.

பல சமயங்களில் முழுமைத் தொகுதியின் ஒரு தனிச்சிறப்பியல்பின் சராசரியை மதிப்பிடுவதே அ.க.15-48அ

மாதிரியெடுத்தலின் நோக்கமாக உள்ளது. i ஆம் உறுப்பின் அந்தத் தனிச்சிறப்பியல்பின் மதிப்பு  $y_i$  எனில், முழுத்தொகுதி சராசரி பின்வருமாறு

$$\mu = 1/N \sum_{i=1}^n y_i = 1/N (y_1 + y_2 + \dots + y_n) \quad \text{-----}(5)$$

மாதிரிச் சராசரி என்பது மாதிரியிலுள்ள n உறுப்புகளின் சராசரியாகும். அது பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படும்.

$$x = 1/n \sum_{i=1}^n x_i = 1/n (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad \text{-----}(6)$$

இதிலுள்ள x-கள் மாதிரி உறுப்புகளின் y எனும் தனிச்சிறப்பியல்புகளே. N,  $\mu$  என்பது முழுமைத் தொகுதியின் மொத்த தனிச்சிறப்பியல்பு அளவு. அதை N  $\bar{x}$  என்னும் அளவால் மதிப்பிடலாம். முழுமைத் தொகுதி மாறுபாட்டளவைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\sigma^2 = 1/N \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \quad \text{-----}(7)$$

மாதிரி மாறுபாட்டளவை வழக்கமாகப் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$S^2 = 1/n-1 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{-----}(8)$$

எனினும் சிலர் (n-1) க்குப் பதிலாக n-ஐப் பயன்படுத்துவது உண்டு. மாதிரிச் சராசரி  $\bar{x}$ . மாதிரி மாறுபாட்டளவு  $S^2$  ஆகியவை மாதிரிப்புள்ளி விவரங்கள் (sample statistics) எனப்படும். அவை முறையே முதல், இரண்டாம் மாதிரி மடிச் சராசரிகள் (sample moments) ஆகும். அவை  $\mu$ ,  $\sigma^2$  ஆகிய முழுமைத் தொகுதித் துணை அலகுகளின் மதிப்பீட்டு எண்களும் (estimators) ஆகும். இம்மதிப்பீட்டு எண்களே தன்னிச்சை மாறிகள். ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து n உறுப்புகள் கொண்ட மாதிரிகளைப் பலமுறை தேர்ந்தெடுத்து ஒவ்வொரு மாதிரியிலிருந்தும்  $\bar{x}$  மதிப்பைக் கணக்கிட்டு வைத்தால் x-களின் ஒரு முழுமைத் தொகுதி கிடைக்கும். அது தனக்கென்று ஒரு பரவலைப் பெற்றிருக்கும். அந்தப் பரவல்  $\bar{x}$ -ன் பரவலிலிருந்து வேறுபட்டதாயிருக்கும்.  $\bar{x}$  முழுமைத் தொகுதியின்  $\mu$  மதிப்பு  $\bar{X}$  முழுமைத் தொகுதியின்  $\mu$  மதிப்புக்குச் சமமாக இருக்கிறது. மேலும்  $\bar{x}$  முழுமைத் தொகுதியின் மாறுபாட்டளவை பின்வருமாறு அமையும்.

இதில்  $\sigma^2$  என்பது  $\bar{X}$  முழுமைத் தொகுதியின் மாறுபாட்டளவை. சாதாரணமாக முதல் பின்னம் ஏறத்தாழ ஒன்றுக்குச் சமம். ஆகவே  $\bar{X}$ -ன் மாறுபாட்டளவை தோராயமாகத் தொடக்க முழுமைத் தொகுதி மாறுபாட்டளவையின்  $1/n$  என்னும் பின்னத்துக்குச் சமமாக இருக்கும். மாதிரியின் பரிமாணம்  $n$  கூடுதலாக, ஆக  $\bar{X}$  முழுமைத் தொகுதி  $\mu$ -க்கு நெருக்கமாகிவிடுகிறது. அதன் காரணமாக  $\bar{X}$ -ன் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பு, முழுமைத் தொகுதிச் சராசரியின் மதிப்பிடாக இருப்பதற்கான நம்பகத் தன்மையும் அதிகரிக்கிறது.



படம் 3. நிகழ்வெண் செவ்வகப்படம்

ஒரு மாதிரியின் காட்சிப் பதிவுகள் முழுமைத் தொகுதித் துணை அலகுகளைப் பற்றிய மதிப்பீடுகளை அளிப்பதுடன் முழுமைத் தொகுதியின் நிகழ்வெண் சார்பைப் பற்றிய மதிப்பீட்டையும் பெறப் பயன்படும். மாதிரிக் காட்சிப் பதிவுகளை  $L$  என்னும் சம நீளமுள்ள பல இடைவெளிகளாகப் (intervals) பிரித்துக் கொண்டு ஒவ்வோர் இடைவெளியிலும் உள்ள காட்சிப் பதிவுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் இம்மதிப்பு பெறப்படுகிறது. அதன் பின் இந்த எண்ணிக்கையை  $nL$  ஆல் வகுத்தால் ஒவ்வோர் இடைவெளியிலும் உள்ள மாதிரியின் சார்பு அடர்த்தியைத் தரும் பின்னங்கள் கிடைக்கும். பின்னர் ஒரு வரைபடத்தாளில் இடைவெளிகளைக் கிடை அச்சில் குறித்து, அந்தப் பின்னங்களுக்கு நேர் விகிதமாக உயரத்தில் கிடைக் கோடுகளை ஒவ்வோர் இடைவெளிப் பகுதியின் மேலும் வரைவர். பின்னர் அடுத்தடுத்த கிடைக்கோடுகள் செங்குத்துக் கோடுகளால் இணைக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் உருவாகும் வரைகோடு நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம் (histogram) எனப்படுகிறது (படம் 3). இவ்வரை

கோட்டுக்குக் கீழுள்ள பரப்பின் அளவு ஒன்று. ஏதேனும் இரு புள்ளிகளுக்கு இடையிலுள்ள பரப்பு, அவ்விரு புள்ளிகளுக்கு இடையில் அமைந்துள்ள மாதிரிக் காட்சிப் பதிவுகளின் பின்னத்தை அளிக்கிறது. பெரிய மாதிரிகளை எடுத்துக் கொண்டு, இடைவெளிகளின் அளவைக் குறைக்க முடியும். அப்போது வரைகோடு அதன் கீழாயமைந்த முழுமைத் தொகுதி நிகழ்வெண் சார்புக்கு மேலும் நெடுக்கமாக வரும். பல சமயங்களில் இடைவெளி நிகழ்வெண்களை  $nL$ -ஆல் வகுத்து நிகழ்வெண் செவ்வகப் படத்தின் பரப்பை இயல்பு நிலைக்குக் கொண்டு வராமல் நிகழ்வெண்களையே வரைபடத்தில் குறித்து விடுவதும் உண்டு. இவ்வாறு வரையப்படும் வரைகோடும் நிகழ்வெண் செவ்வகப் படகமாகவேக் கருதப்படும்.

மாதிரியெடுக்கும் முறை. ஒரு முழுமைத் தொகுதியை, ஒன்றின் மேலொன்று படியாத பல துணை முழுமைத் தொகுதிகள் கொண்டதாகக் கருத முடியுமானால், ஒவ்வொரு துணை முழுமைத் தொகுதியிலிருந்தும் ஓர் எளிய சமவாய்ப்பளிக்கும் மாதிரியைத் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலம், மொத்த முழுமைத் தொகுதிக்குமான ஒரு மாதிரியை எடுத்துவிடலாம். இம்முறைக்கு அடுக்காக்கப்பட்ட சம வாய்ப்பளிக்கும் மாதிரியெடுத்தல் (stratified random sampling) என்று பெயர். ஒவ்வோர் அடுக்கைப் பற்றியும் தனித்தனியாகக் குறிப்பிட்ட விவரங்கள் தேவைப்படும் போதும், முழுமைத் தொகுதியைத் துணை முழுமைத் தொகுதிகளாகப் பிரிப்பதற்கு வசதியிருக்கும்போதும், இயல்பான அடுக்குகள் அமைந்திருக்கும்போதும், மொத்தமான முழுமைத் தொகுதியைவிட ஒவ்வோர் அடுக்கும் கூடுதலான ஒருபடித்தான தன்மையைப் பெற்றுள்ளமையால் துல்லியத் தன்மை மிகும் வாய்ப்பு உள்ள போதும் இம்முறை பயன்படுகிறது.

$N$  உறுப்புகள் கொண்ட ஒரு மொத்தமான முழுமைத் தொகுதியில்  $n$  உறுப்புகளை மாதிரியெடுப்பதாகக் கொள்ளலாம்.  $N_h$  உறுப்புகள் கொண்ட  $h$  என்னும் அடுக்கிலிருந்து  $n_h$  உறுப்புகள் மாதிரியெடுக்கப்பட்டவை எனக் கொள்ளலாம். எனவே அனைத்து  $n_h$ -களின் கூட்டுத் தொகை  $n$ -க்குச் சமமாயும், அனைத்து  $N_h$ -களின் கூட்டுத் தொகை  $N$ -க்குச் சமமாகவும் இருக்கும்.  $h$  அடுக்குக்குள் உண்மையான திட்ட விலக்கம்  $\sigma_h$  எனலாம்.  $n_h/n = N_h/N$  என்றிருக்கும்போது  $n_h$ -கள் விகிதாசரப்படி பங்கிடப்பட்டுள்ளனவாகக் கொள்ளப்படும்.  $n_h/n = N_h/N / \sum N_h \sigma_h$  என்றிருக்கும்போது  $n_h$ -கள் உகப்பளவில் (optimally) பங்கிடப்பட்டுள்ளனவாகக் கொள்ளப்படும். ஏனெனில்



அப்போது மாதிரியின் வரையறுக்கப்பட்ட மொத்தப் பரிமாணத்திற்கு மதிப்பிடப்பட்ட சராசரியின் மாறுபாட்டளவை சிறுமமாக இருக்கும். பொதுவாக  $\sigma^2$ -கள் நன்முறையில் மதிப்பிடப்பட்டிருந்தால், உகப்பளவுப் பங்கீடு, விகிதாச்சார பங்கீட்டைவிட கூடுதல் அளவு துல்லியத்தை அளிக்கும். விகிதாச்சாரப் பங்கீடு எளிய சமவாய்ப்புள்ள மாதிரியெடுத்தலைவிட மிகுதியான துல்லியத்தை அளிக்கக்கூடியது.

முழுமைத் தொகுதியில் சீரான இடைவெளிகளிலுள்ள உறுப்புகளை மாதிரியெடுத்தலை ஒழுங்கமைப்பானது (systematic sampling) எனலாம். ஒரு முழுமைத் தொகுதியில் 10, 20, 30 என்னும் வகையில் உறுப்புகளைப் பொறுக்கி மாதிரியெடுத்தலை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். வழக்கமாக இம்முறையில் ஒன்று என்னும் தொடக்க எண் தன்னிச்சையான வகையில் தெரிவு செய்யப்படும். அதாவது மாதிரியில் முதல் உறுப்பு தொடக்கத்தில் ஒரு சிறிய குழுவிலிருந்து தன்னிச்சையாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். அதிலிருந்து 10, 20 என்னும் வகையில் மற்ற உறுப்புகள் எடுக்கப்படும். ஒழுங்கமைப்பான மாதிரி எடுத்தல் ஏனைய முறைகளை விடவும் எளிதானதாயும் விரைவானதாயும் இருக்கும். அடுக்குமுறை மாதிரியெடுத்த லுடனான ஒப்புமை சரியாக இருக்கும்போது ஒழுங்கமைப்பு மாதிரியெடுத்தல் மிகவும் துல்லியமாக இருக்கும். ஆனால் ஒழுங்கமைப்பு மாதிரியெடுத்தலில் ஓர் உள்ளார்ந்த சமவாய்ப்பற்ற தன்மை காணப்படுகிறது. இதன் காரணமாக முழுமைத் தொகுதியின் வரிசையில் சமவாய்ப்புத் தன்மையைப் பற்றிச் சில கற்பிதங்களைச் செய்து கொள்ளாவிட்டால் மாதிரி மாறுபாட்டளவையை மதிப்பிடுவது கடினமாக இருக்கும். முழுமைத் தொகுதியில் காலாந்தரமான மாற்றங்கள் ஏற்படுகிற வாய்ப்பு இருக்குமானால், ஒழுங்கமைப்பு மாதிரியெடுத்தலிலிருந்து செய்யப்பட்ட மதிப்பீடுகள் துல்லியமற்றவையாக இருக்கக்கூடும்.

ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலுள்ள உறுப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாத தனித்தனிக் குழுக்களாகப் பிரிந்திருக்குமானால் அவை ஆதார அலகுகள் (primary units) எனப்படும். அப்போது ஆதார அலகுகளிலிருந்து மாதிரி உறுப்புகளைத் தேர்வு செய்து கொண்டு அவற்றிலிருந்து தனி உறுப்புகளின் மாதிரிகள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. இம்முறை இரண்டு கட்ட (two stage) மாதிரி எடுத்தல் அல்லது துணை மாதிரியெடுத்தல் (sub sampling) எனப்படும். பல கட்ட மாதிரி எடுத்தலில் இரண்டுக்கு

மேற்பட்ட கட்டங்கள் இருக்கும். இம்முறை செய்வதற்கும், பகுப்பாய்வு செய்வதற்கும் கடினமானது. இருப்பினும் பல கட்ட மாதிரியெடுத்தல் புள்ளியியல் துல்லியத்திற்கும் செலவுக்கும் இடையில் ஒரு நடு நிலையை ஏற்படுத்திக் கொள்வதற்கு வசதியாக இருக்கிறது.

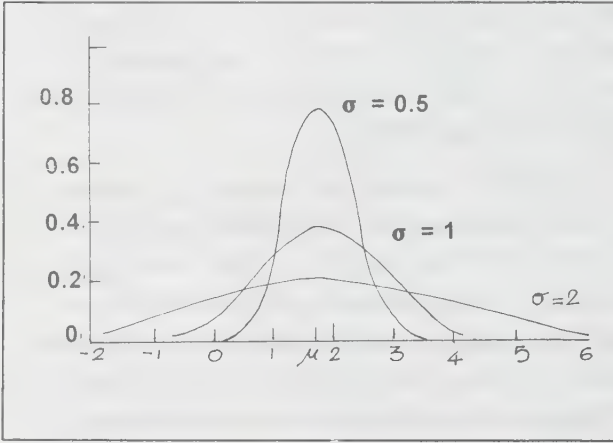
மாதிரியெடுத்தலைத் திட்டமிடுவதற்குத் தேவையான அளவு விவரங்கள் தெரியாதபோது இரண்டு மாதிரி யெடுத்தல்கள் செய்யப்படுகின்றன. முதல் மாதிரி யெடுத்ததன் பலன்களிலிருந்து இரண்டாம் மாதிரியெடுக்க வேண்டிய முறை தீர்மானிக்கப்படுகிறது. ஸ்டீனின் (stein) இருகட்ட மாதிரியெடுத்தல் முறையில் முதல் மாதிரி எடுத்ததிலிருந்து மாறுபாட்டளவை மதிப்பீடு செய்யப்பட்டு இரண்டாம் மாதிரியெடுத்தலின் பரிமாணம் வரையறுக்கப் படுகிறது. இரு கட்ட மாதிரியெடுத்தலில் ஆய்வுக்குரிய தன்னிச்சை மாறியுடன் தொடர்புள்ள வேறு ஒரு தன்னிச்சை மாறியைப் பற்றிய விவரங்களைச் சேகரிக்க முதல் மாதிரி பயன்படுகிறது. இவ்விவரங்கள் ஆய்வுக்குரிய தன்னிச்சை மாறி பங்கு கொள்கிற ஓர் அடுக்காக்கப்பட்ட சமவாய்ப்பு மாதிரியெடுத்தலுக்கான அடுக்குகளை வரையறுப்பதில் உதவுகின்றன.

தகவு (ratio), மாறிகளின் தொடர்பு (regression), மதிப்பீடுகள் ஆகியவை பல சமயங்களில் ஆய்வுக்குரிய முதன்மைத் தன்னிச்சை மாறியுடன் தொடர்புள்ள ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட தன்னிச்சை மாறிகளைப் பற்றிய காட்சிப் பதிவுகளை எடுக்கும்போது பயன்படுகின்றன. மாதிரியின் பரிமாணம் முன்கூட்டியே குறிப்பிடப்படாத வகையில் மாதிரியெடுக்கும் ஒரு முறை, வரிசை முறை மாதிரியெடுத்தல் (sequential sampling) வரிசைமுறைப் பகுப்பாய்வு ஆகிய சொற்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டிய தகவலில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு நம்பிக்கை ஏற்படும் வரையில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகக் காட்சிப் பதிவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

மாதிரி அளவையின் பரவல். இயல்பான அல்லது காஸ் பரவலிலிருந்து சமவாய்ப்பு மாதிரிகளுக்குப் பல முதன்மையான மாதிரியெடுத்தல் பரவல்கள் பெறப் படுகின்றன. காஸ் பரவல் என்பது  $\mu$  என்னும் சராசரியின் இருபுறமும் மணி வடிவத்தில் சமச்சீர்மையாக அமைந்த பரவல் ஆகும். படம் 4இல் மூன்று திட்டவிலக்க மதிப்புகளுக்கு இப்பரவல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வரைகோடுகள் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப் படுகின்றன.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \quad \text{-----(10)}$$

ஓர் இயல்பான முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து  $n$  உறுப்புகள் கொண்ட மாதிரிகளை எடுத்து ஒவ்வொன்றுக்கும் மாதிரிச் சராசரி  $\bar{X}$  ன் மதிப்பைக் கணக்கிட்டால் அந்த மாதிரிச் சராசரிகள் ஓர் இயல்பான பரவீட்டைப் பெற்றிருக்கும். அவற்றின் சராசரி (mean) சமமாக  $\sigma^2/n$  என்னும் மாறுபாட்டளவையுடன் இருக்கும். இவ்வாறு 4 உறுப்புகள் கொண்ட மாதிரிகளைப் படம் 4 இல்  $\sigma = 1$  என்னும் கோட்டால் பரவல் செய்யப்பட்டிருக்கிற ஒரு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து எடுத்தால், அந்த மாதிரிகளின் சராசரிகள்  $\sigma = 0.5(1/\sqrt{4})$  என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கிற கோட்டினால் பரவலாக்கப்படும். மேலும் அவ்வாறு எடுக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட  $\bar{X}$  முழுமைத் தொகுதியின் சராசரி,  $\mu$ -ன்  $1.96 \times 0.5 = 0.98$  பங்குக்குள் அடங்கியிருப்பதற்கான நிகழ்தகவு 0.95 ஆக இருக்கும்.



படம் 4. இயல்புப் பரவல்

மிகவும் பொதுப்படையான சூழ்நிலைகளில் கீழாயமைந்த முழுமைத் தொகுதியின் பரவல் சார்பெண் எவ்வாறு இருந்தாலும் மாதிரிச் சராசரி  $\bar{X}$ , தோராயமாக இயல்பான முறையில் பரவலாகியிருக்கும் என நிகழ்தகவுக் கொள்கையின் மைய வரம்புத் தோற்றம் (central limit theorem) கூறுகிறது. முழுமைத் தொகுதியின் உண்மையான பரவலைப் பற்றி எதுவும் அறியாத போது நிகழ்தகவுகளைப் பற்றிக் கூற இந்தத் தேற்றம் உதவுகிறது.

சராசரியின் பரவலைத் தவிர இயல்புப் பரவலிலிருந்து பெறப்படுகிற வேறு இரண்டு மாதிரிப் பரவல்களும் விரிவான பயன்பாடு கொண்டவை. அவற்றுள் ஒன்று கை இருமடி பரவல் (chi square distribution). அது

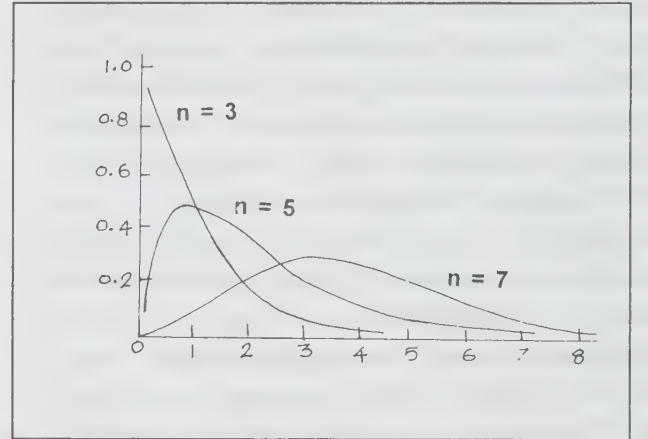
கீழ்க்காணும் வகையில் மாதிரி மாறுபாட்டளவையின் பரவலை அளிக்கிறது.

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / (n-1) \quad \text{-----(11)}$$

இங்கு  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ஆகியவை ஓர் இயல்பு முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட,  $n$  உறுப்புகள் கொண்ட சமவாய்ப்பு மாதிரியின் காட்சிப் பதிவுகள்  $\lambda^2 = (n-1)s^2/\sigma^2$  என்னும் சமன்பாட்டில் தரப்பட்ட அளவு படம் 5 இல் காட்டியவாறு பரவலைப் பெற்றிருக்கின்றன. இப்பரவல் கோட்டுக்கான கணித உருவம் பின்வருமாறு:

$$1/(n-3/2)! (n-1/2\sigma^2)^{(n-2)/2} (\lambda^2)^{n-3/2} e^{-(n-1)\lambda^2/2\sigma^2} \quad \text{-----(12)}$$

இது  $n-1$  உரிமைப்படுகள் (degrees of freedom) உள்ள கை இருமடிப்பரவல் எனப்படும்.



படம் 5. இருமடிப் பரவல்கள்

ஒரு முழுமைத் தொகுதிச் சராசரியின் இடைவெளி மதிப்பீட்டுக்கு மிகவும் உதவக்கூடிய தன்னிச்சைமாரி பின்வருமாறு:

$$t = (\sqrt{n} (\bar{X} - \mu)) / s \quad \text{-----(13)}$$

இது படம் 4 இல் காட்டியுள்ள வரைகோடுகளைத் தோற்றத்தில் மிகவும் ஒத்திருக்கிற ஒரு சமச்சீர்மைப் பரவலைப் பெற்றிருக்கிறது. அப்பரவலின் கணித வடிவம் பின்வருமாறு:

$$\frac{((n-2)/2)!}{\sqrt{(n-1)\pi} (n-3/2)!} \frac{(1 + (t^2/n-1))^{-n/2}}{1} \quad \text{-----(14)}$$



இது n-1 உரிமைப்பாடிகள் கொண்ட t பரவல் அல்லது ஸ்டூடண்ட் (student) பரவல் எனப்படுகிறது.

**மதிப்பீடு (Estimation).** ஒரு மாதிரியிலிருந்து ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் ஒரு துணை அலகின் மதிப்பைக் காண்கையில் காட்சிப் பகுதிகளின் சார்பெண்ணான மதிப்பீடு எண் (estimator) பயன்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக ஓர் இயல்பான முழுமைத் தொகுதியின் சராசரியை மதிப்பிட மாதிரிக் காட்சிப்பதிவுகளின் சராசரி வழக்கமாக மதிப்பீடு எண்ணாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இரண்டு முனைகளிலுள்ள காட்சிப் பதிவுகளின் சராசரி மற்றுமொரு மதிப்பீடு எண்ணாகும். உண்மையில் பெருமளவிலான மதிப்பீடு எண்கள் உள்ளன. மதிப்பீடுதலில் ஒரு முதன்மைச் சிக்கல் ஒரு சிறந்த மதிப்பீடு எண்ணைக் கண்டு பிடிப்பதாகும். கடினமின்றிப் பயன்படுத்தக்கூடியதாகவும். துணை அலகின் சரியான மதிப்புக்கு நெருக்கமாக உள்ள மதிப்பீடுகளின் பரவலை அளிக்கக்கூடியதாகவும் உள்ளது. ஒரு சிறந்த மதிப்பீடு எண், ஒரு மதிப்பீடு எண் சிறந்ததா இல்லையா என்று கண்டுபிடிக்கப் பல ஒப்பளவுக் கருவிகள் (criteria) உள்ளன.

மதிப்பிடப்படுகிற துணை அலகின் மதிப்புக்குச் சமமான சராசரியைக் கொண்ட மதிப்பீடுகளின் பரவலை அளிக்கிற மதிப்பீடு எண் பிறழ்ச்சியற்றது (unbiased) எனப்படும். அவ்வாறு இராத்தது பிறழ்ச்சியுள்ள (biased) மதிப்பீடு எண் ஆகும். மதிப்பீடு எண்ணின் பரவலின் சராசரியிலிருந்து அது மதிப்பீடும் துணை அலகின் மதிப்பைக் கழித்தால் பிறழ்ச்சி கிடைக்கும். ஒரு மதிப்பீடு துணை அலகின் மதிப்பிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் வேறுபட்டிருப்பதற்கான நிகழ்தகவைக் காட்சிப் பதிவுகள் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதன் மூலம் தன்னிச்சையான முறையில் சிறுமமாக்க முடியுமானால் அந்த மதிப்பீடு எண் முரண்படாதது (consistent) எனப்படும். துணை அலகின் மதிப்புக்கும், மதிப்பீடுகளுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளின் இருமடிகளின் சராசரி, ஒரு மதிப்பீடு எண்ணின் மாறுபாட்டளவை எனப்படும். சிறுமமான மாறுபாட்டளவை கொண்ட மதிப்பீடு எண் பெருந்திற மதிப்பீடு (most efficient) எனப்படும். இரண்டு மதிப்பீடு எண்களின் மாறுபாட்டளவையாக இருக்கும்போது, இந்தத் தகவு மற்ற மதிப்பீடு எண்ணின் திறமாகவே குறிப்பிடப்படுகிறது. துணை அலகைப் பற்றிய மாதிரியில்

உள்ள அனைத்து விவரங்களும் அடங்கிய மதிப்பீடு எண் போதுமானது (sufficient) எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பீட்டுக்கான மாதிரியின் நிலை சாரந்த பரவல், துணை அலகைச் சார்ந்திராததாக இருக்கும்போது இவ்வாறு அமையும்.

துணை அலகுகளின் மதிப்பீடு எண்களை உருவாக்குவதற்குப் பல முறைகள் உள். விலக்கமடிச் சராசரி முறையில் முதல் சில மாதிரி விலக்கமடிச் சராசரிகள் ஏதாவது ஒரு பரவலின் விலக்கமடிச் சராசரிக்குச் சமானமானவை எனக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு அந்தப் பரவலின் துணை அலகுகளுக்கான தீர்வு கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. சிறும இருமடிகள் (least squares), சிறும மாறுபாட்டளவை (minimum variance), சிறும கை இருமடி (minimum chi square) எனப்படும் முறைகள் அனைத்தும் துணை அலகுகளின் மதிப்புகளுக்கும் காட்சிப் பதிவுகளுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளின் இருமடிகளின் ஏதாவது ஒரு நேர்போக்குச் சார்பெண்ணைச் சிறுமமாக்கக்கூடிய துணை அலகுகளின் மதிப்புகளை மதிப்பீடு செய்வதையே அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கின்றன. பேயஸ் (bayes) முறையைப் பயன்படுத்துகையில் முந்திய பரவல் (priory distribution) எனப்படுகிற, மாதிரி எடுக்கப்படுவதற்கு முன்னதாக உள்ள துணை அலகின் இயலக்கூடிய மதிப்புகளின் பரவல், மாதிரியிலுள்ள காட்சிப் பதிவுகளின் துணையுடன், மதிப்பீடு எண்ணைப் பெறப் பயன்படுகிறது. பெரும் எய்துநிலை (maximum likelihood) என்னும் முறை, மாதிரியின் நிகழ்தகவு பெருமமாக இருக்கக்கூடிய துணை அலகின் மதிப்பை மதிப்பீடாகப் பயன்படுகிறது.

மீண்டும் மீண்டும் மாதிரி எடுக்கும்போது உண்மையான துணை அலகு மதிப்பு ஒரு முன்கூட்டியே தீர்மானிக்கப்பட்ட நிகழ்தகவுடன் ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குள் அமைந்திருக்குமாறு உருவாக்கப்பட்ட அந்த இடைவெளி, நம்பக இடைவெளி (confidence interval) எனப்படும். இந்த நிகழ்தகவு அந்த இடைவெளியில் நம்பக மட்டம் (confidence level) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக  $\sigma^2$  என்னும் மாறுபாட்டளவையுடன் இயல்பான முறையில் பரவியிருக்கிற ஒரு மாதிரிச் சராசரி  $\bar{X}$  அளவுக்கும், 0.95 என்னம் நிகழ்தகவுள்ள, உண்மையான ஆனால் தெரியாத மதிப்புள்ள சராசரி  $\mu$  அளவுக்கும் இடைவெளியிலுள்ள வேறுபாடு 1.96 $\sigma$  என்னும் அளவை விடக் குறைவாயிருக்கும். அதாவது  $(-1.96\sigma < \bar{X} - \mu < 1.96\sigma)$  என்னும் நிகழ்தகவு 0.95க்குச் சமமாயிருக்கும்.  $\mu$ -க்கான இரு சமனின்மைகளைத் (inequalities) தீர்வு

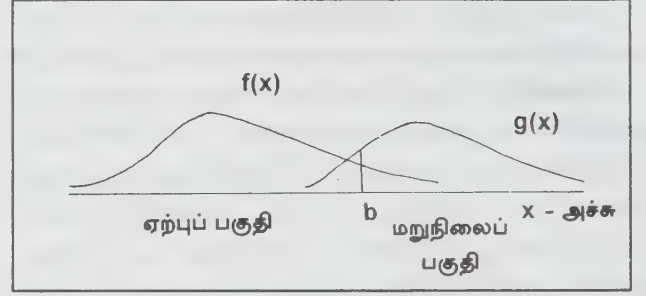
செய்தால்  $(\bar{X} - 1.96\sigma < \mu < \bar{X} + 1.96\sigma)$  என்பதற்கான நிகழ்தகவு 0.95க்குச் சமம் என வருகிறது.

காட்சிப் பதிவுகளிலிருந்து  $\bar{X}$  ன் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பைக் கணக்கிட்டால்  $\bar{X} \pm 1.96\sigma$  ஆகியவை நம்பக இடைவெளியை வரையறுக்கிற இரட்டை எண்களான வருகின்றன.  $\mu$  என்பது ஒரு மாறாத எண்ணாகையால் அது ஒன்று அல்லது சுழிக்குச் சமமான நிகழ்தகவுடன் இந்த இடைவெளிக்குள் அமைகிறது. இருப்பினும்  $\mu$  மதிப்பு தெரியாதது. எனவே அந்த இடைவெளியுடன் தொடர்புள்ள நம்பகத்தன்மை, அந்தக் குறிப்பிட்ட இடைவெளியைப் பொறுத்து மட்டுமின்றி  $\mu$  அடங்கியிருக்கிற வகையில் உருவாக்கப்பட்ட அனைத்து இடைவெளிகளின் விகிதத்தின் அடிப்படையில் சொல்லப்படுகிறது. விளைவுகளின் ஒரு முழுமைத் தொகுதிக்குப் பொருத்தக்கூடிய, இவ்வகையான ஒரு நிகழ்தகவு ஒரு குறிப்பிட்ட விளைவுக்குப் பொருத்தமான வகையில் பயன்படுத்தப்படும்போது நம்பக நிகழ்தகவு (fiducial probability) எனப்படுகிறது.

சாதாரணமாக  $\sigma$  மதிப்பு தெரிந்திருப்பதில்லை. மாதிரியிலிருந்து வருவிக்கப்பட்ட  $s$  என்ற மதிப்பீட்டையே ஒரு நம்பக இடைவெளியை அமைக்கப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த நிகழ்வில் இயல்புப் பரவலை விட  $t$  பரவலைப் பயன்படுத்துவதே மேலானது. கைஇருமடிப் பரவல் தொடர்பான வகையில்  $s^2$  மதிப்பைப் பயன்படுத்தி  $\sigma$ -வுக்கான நம்பக இடைவெளியைப் பெற முடியும். ஒரு நம்பக இடைவெளியின் பொதுவாக்கப்பட்ட வடிவம் நம்பகப் பரப்பு (confidence region) எனப்படும். அது பல முழுமைத் தொகுதித் துணை அலகுகளை ஒரே சமயத்தில் மதிப்பிடுவதைக் குறிப்பிடுகிறது. துணை அலகுகளின் உண்மையான மதிப்புகளை நம்பகப் பரப்பு உண்மையாகவே சேர்த்துக் கொள்கிற காலத்தில் விகிதத்தை நம்பக மட்டம் அளிக்கிறது. பொதுவாகத் தேர்வு செய்யப்பட்ட நம்பக மட்டத்திற்கு அமைக்கப்படக்கூடிய சிறும அளவு நம்பக இடைவெளி அல்லது நம்பகப் பரப்பே மிகவும் ஏற்றது.

கருது கோள்களின் ஆய்வுக் கருவிகள். துணை அலகுகளின் மதிப்பீட்டுடன், கருதுகோள்களை ஆய்தலும் புள்ளியியல் ஊகத்தின் மற்றுமொரு முதன்மையான பகுதியாகும். ஒரு கருதுகோள் என்பது ஒரு முழுமைத் தொகுதிக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பு உண்டு என்பன அழுத்திக் கூறுவது மட்டுமே ஆகும். அதை ஆய்வதில் முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து ஒரு மாதிரியை எடுத்தலும் அந்த மாதிரி, கருதுகோளுக்கு ஒத்து வருகிறதா என்று

கண்டறிதலும் அடங்கும். பல சமயங்களில் கருதுகோள் என்பது ஒருமுழுமைத் தொகுதியின் கூட்டுச் சராசரியைப் பற்றிய கூற்றாகவே உள்ளது. கூட்டஞ்சராசரி ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் கூட்டுச் சராசரி வேறு ஒரு முழுமைத் தொகுதியின் கூட்டுச் சராசரிக்குச் சமமாயிருக்கிறது அல்லது அதைவிடக் கூடுதலாக இருக்கிறது என்பது போன்ற கூற்றுகள் கருதுகோள்களாகும்.



படம் 6. கருதுகோள் ஆய்வுமுறை

ஒரு முழுமைத் தொகுதிக்கு வெவ்வேறு இடங்களில் அமைந்த இரு பரவல்களில் ஏதாவது ஒன்று இருப்பதற்கான வாய்ப்பு இருப்பதாகக் கொள்ளலாம் (படம் 6). தன்னிச்சை மாறி  $x$  எனலாம். இரண்டு பரவல்களையும் வரையறுக்கும் சார்பெண்கள்  $f(x)$ ,  $g(x)$  எனலாம்.  $f(x)$  என்பது  $x$ இல் இடப் பக்க வரைகோட்டின் உயரத்தையும்,  $g(x)$  என்பது  $x$ இல் வலப் பக்க வரைகோட்டின் உயரத்தையும் குறிப்பிடலாம். முழுமைத் தொகுதி  $f(x)$  என்னும் பரவலைப் பெற்றிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். அவ்வாறு இராவிட்டால் அது  $g(x)$  என்னும் பரவலை மட்டுமே பெற்றிருக்க முடியும். இக்கருதுகோளை ஆய்வதில் ஒரே ஒரு காட்சிப் பதிவை மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும் எனலாம். அதாவது மாதிரியின் பரிமாணம் ஒன்று. இந்த எடுத்துக்காட்டில் முன்கூட்டியே  $b$  என்னும் ஏதாவது ஓர் எண்ணைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு, காட்சிப் பதிவு அதற்கு இடப்புறத்தில் அமைந்தால் கருதுகோளை ஏற்றுக் கொள்ளவும் வலப் புறத்தில் அமைந்தால் கருதுகோளை மறுதலிக்கவும் வேண்டும்.  $b$ -க்கு இடப்புறமாக அமைகிற  $x$  மதிப்புகள் ஆய்வின் ஏற்புப் பகுதியாகச் (acceptance region) சொல்லப்படும்.  $b$ -க்கு வலப்பறமாக அமைகிற  $x$  மதிப்புகள் மாறுநிலைப் பகுதி (critical region) ஆகும்.  $b$ -க்கு இடப்புறமாக  $f(x)$ -க்குக் கீழாய் அமைந்துள்ள பரப்பு-  
 $\int_{-\infty}^b f(x) dx$ . இது கருதுகோள் உண்மையாயிருக்கையில், அது



ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவதற்கான நிகழ்தகவு ஆகும்.  $b$ ன் வலப்புறமாக  $f(x)$ க்குக் கீழேயுள்ள பரப்பு, கருதுகோள் உண்மையாயிருக்கையில் அது மறுதலிக்கப்படுவதற்கான நிகழ்தகவு ஆகும். இது ஆய்வின் முதல் வகைப் பிழை எனப்படும்.  $b$ க்கு இடப்புறமாக  $g(x)$ க்குக் கீழாயமைந்த பரப்பு கருதுகோள் தவறாக இருக்கையில் அது ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவதற்கான நிகழ்தகவை அளிக்கிறது. அது இரண்டாம் வகைப் பிழை எனப்படும்.  $b$ -க்கு வலப்புறமாக  $g(x)$ -க்குக் கீழே அமைந்த பரப்பு ஆய்வின் திறன் (power) எனப்படும். அது ஒன்றிலிருந்து இரண்டாம் வகைப் பிழையைக் கழித்தால் வரும் அளவுக்குச் சமம்.

$b$  என்னும் புள்ளியை வலப்புறமாக நகர்த்தி முதல் வகைப் பிழையை விரும்பிய அளவுக்குச் சிறுமமாக்கலாம். ஆனால் அவ்வாறு செய்யும்போது இரண்டாம் வகைப் பிழை கூடுதலாகும். இது கருதுகோள் ஆய்வு முறைகளை உருவாக்குவதில் உள்ள சிக்கலாகும். பொதுவாக முதல் வகைப் பிழையைத் தன்னிச்சையாக 0.05 அல்லது 0.01 என்னும் ஏதாவது சிறிய அளவில் வைத்துக் கொண்டு, இரண்டாம் வகைப் பிழை சிறுமமாக இருக்கும்படியாக மாறுநிலைப் பகுதியை அமைத்துக் கொள்வது வழக்கமாக இருக்கிறது.  $f(x)/g(x)$  என்பது எய்து நிலைத்தகவு (likelihood ratio) அல்லது  $x$ -ன் எய்து நிலைச் சார்பெண் எனப்படும். படம் 6இல் கருதுகோள் உண்மையாயிருக்கும் போது எய்து நிலை மிகுதியாகவும் கருதுகோள் தவறாக இருக்கும்போது எய்து நிலை குறைவாகவும் இருப்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது.  $n$  உறுப்புகள் கொண்ட மாதிரிக்கு  $x_1, x_2, \dots, x_n$  என்னும் காட்சிப் பதிவுகள் இருந்தால் மாதிரி எய்து நிலை தனித்தனி எய்து நிலைகளின் பெருக்கு தொகையாகப் பின்வருமாறு அமையும்.

மாதிரி எய்து நிலை =  $f(x_1)/g(x_1) \cdot f(x_2)/g(x_2) \dots f(x_n)/g(x_n)$

$n$  பரிமாணமுள்ள அனைத்து மாதிரிகளையும் இரண்டு கணங்களாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம். ஒரு கணத்தில்  $b$  என்னும் ஏதாவது ஓர் எண்ணைவிடப் பெரிய எய்து நிலையிலுள்ள மாதிரிகளும் (ஏற்புப்பகுதி) மற்றதில்  $b$ -யை விடச் சிறிய எய்து நிலையுள்ள மாதிரிகளும் (மாறுநிலைப் பகுதி) அடங்கியிருக்கலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட முதல் வகைப் பிழைக்கு, இரண்டாம் வகைப் பிழையின் அளவைச் சிறுமமாக்கிவிடுகிறது. எனவே இது கருதுகோளை ஆய்வதற்கு மிகச் சிறப்பான மாறுநிலைப் பகுதியாகும். இவ்வாறு எய்து நிலை என்னும் அளவு கருவி, கருதுகோள்களுக்கான குறிப்பான ஆய்வு முறைகளை

உருவாக்கும் வழிமுறை ஒன்றை அளிக்கிறது. கருதுகோள்களின் ஒரு முதன்மையான வகுப்பு, பன்மை மாறி முழுமைத் தொகுதிகளில் சாராமை ஆய்வுகள் தொடர்பானது. எடுத்துக்காட்டாக இந்தியாவில் வாக்காளர்களை ஓர் இரட்டை மாறி முழுமைத் தொகுதியாகக் கருதி, ஒரு குறிப்பிட்ட அரசியல் அணியைப் பற்றிய அவர்களுடைய கருத்தை (ஆதரவு, எதிர்ப்பு, நடுநிலை) முதல் மாறியாகவும், அவர்களின் இருப்பிடத்தை இரண்டாம் மாறியாகவும் கொள்ளலாம். முழுமைத் தொகுதியின் உறுப்புகளை இணைப்புப் பட்டியலில் (contingency table) வகைப்படுத்திக் காட்டலாம். சாராமை பற்றிய கருதுகோள் அரசியல் கருத்துப் பிரிவினை, இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை என உறுதியாகக் கூறுகிறது. பன்மை மாறி முழுமைத் தொகுதிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக் கருவி மற்ற அளவுக்கருவிகளைச் சார்ந்திருப்பதில்லை.

ஆய்வு வடிவமைப்பு. பல மாறிகளுக்கு இடையிலான உறவுகளைப் பற்றிய தகவலைப் பெறுவதற்கு ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஓர் உறைந்த உணவின் சுவையில் உறை வெப்பநிலை, சேமிப்புக் காலம் ஆகியவற்றின் விளைவை ஆராயும்போது சுவை, வெப்பநிலை, சேமிப்புக்காலம் ஆகிய மூன்று மாறிகள் பங்கு கொள்கின்றன. அவற்றில் ஒன்றான சுவை, ஆய்வுப் பொருள் எனப்படும். ஏனைய இரண்டும் அதைப் பாதிக்கின்ற காரணிகள். சில சமயங்களில் காரணிகளுக்கு உள்ளார்ந்த மதிப்புகள் இருக்கும். வேறு சில சமயங்களில் அவை இடம் மட்டுமே தரும் மாறிகளாக இருக்கலாம். இருப்பினும் அவை இல்லாமல் ஆய்வு செய்ய முடியாது என்பதால் அவற்றையும் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது.

புள்ளியியலில் குறிப்பான ஆய்வு வடிவமைப்புகள் மிகுதியாக உள்ளன. அவை ஆய்வு தொடர்பான காட்சிப் பதிவுகளை எடுப்பதற்கான பாங்கங்கள் ஆகும். குழுவக் கொள்கை (group theory), வரையறுத்த வடிவியல் (finite geometry), குழுவியல் பகுப்பாய்வு (combinational analysis) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமைந்த உயர்வகைக் கணித முறைகளைப் பயன்படுத்தியே வடிவமைப்புகளை உருவாக்க முடியும். குறைவான எண்ணிக்கையில் காட்சிப் பதிவுகளைப் பயன்படுத்தித் தேவையான தகவலைப் பெறுகிற வகையில் ஒரு பாங்கத்தைக் கண்டுபிடிப்பதே கணிதமுறைச் சிக்கல் ஆகும்.

காட்சிப் பதிவுகளைச் சேகரிப்பது செலவு தருவதாகவும் கடினமானதாகவும் இருக்கும்போதும், ஆய்வில்

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காரணிகள் பங்கு கொள்ளும்போதும் ஆய்வு வடிவமைப்புகள் முதன்மை பெறுகின்றன. காரணிகளை ஒவ்வொன்றாக மாற்றுவதே சிறந்த ஆய்வுமுறையாகக் கடந்த காலத்தில் கருதப்பட்டது. இதன்படி உறைந்த உணவைப் பற்றிய ஆய்வில் உறை வெப்ப நிலையை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு காலம் செல்லச் செல்லச் சுவையில் ஏற்படும் பாதிப்பு கண்டுபிடிக்கப்படும். அவ்விரண்டுக்கும் இடையிலான உறவைக் கண்டுபிடித்த பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட சேமிப்புக்காலத்தில் வெவ்வேறு உறை வெப்ப நிலைகளில் சுவையில் ஏற்படும் மாற்றம் கண்டுபிடிக்கப்படும். இச் செயல்முறையில் நேரமும் பொருள்களும் வீணாவது மட்டுமன்றித் தவறான முடிவுகளுக்கும் அது இட்டுச் செல்லக்கூடும். ஏனெனில் சேமிப்புக்காலம், உறை வெப்ப நிலை ஆகிய இரண்டு காரணிகளுக்கும் இடையில் ஒரு இடைவினை இருக்கும். சேமிப்புக்கால விளைவு வெப்பநிலை மாற்றத்தால் வெளியே தெரியாத வகையில் மாற்றமடையலாம்.

**மாறிகளின் தொடர்பும் (Regression) உடனூறவும் (Correlation).** பல மாறிகளுக்கிடையில் தொடர்பு ஏற்படுத்துகிற ஒரு சார்பெண்ணில் காணப்படுகிற சில குறிப்பிட்ட தெரியாத மாறிலிகள் அல்லது துணை அலகுகளை மதிப்பீடு செய்வதில் உள்ள சிக்கல் மாறிகளின் தொடர்புச் சிக்கல் ஆகும். மாறிகள் தன்னிச்சையான வையாகவோ, அவ்வாறில்லாமலோ இருக்கலாம். சார்பெண், தெரியாத துணை அலகுகளில் நேர்போக்கு உடையதாக இருக்கும் போது இவற்றைத் தீர்ப்பது எளிது. எனவே சார்பெண்களைத் துணை அலகுகளில் நேர்போக்கு உடையவையாக மாற்றுவது பயன் தரும்.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு சிறுவன் பெரியவனாக ஆனபிறகு இருக்கக்கூடிய உயரமான H-ஐ அவனுடைய இன்றைய உயரம் B, அவன் தந்தையின் உயரம் F, தாயின் உயரம் M ஆகிய மூன்று மாறிகளின் ஒரு நேர்போக்குச் சார்பெண்ணின் உதவியால் ஊகிக்க முடியும். அத்தகைய ஒரு நேர்போக்குச் சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$H = a + bB + cF + dM$$

இதில் a, b, c, d ஆகியவை தெரியாத துணை அலகுகள். B, F, M ஆகியவை தன்னிச்சையான மாறிகள். H என்பது சார்ந்த மாறி. b, c, d ஆகியவை பல சமயங்களில் மாறிகளின் தொடர்புக் குணகம் (regression coefficients) எனப்படுகின்றன.

துணை அலகுகளை மதிப்பிட 5 வயதுள்ள சிறுவர்கள் அடங்கிய ஒரு சமவாய்ப்புள்ள மாதிரியை எடுத்து அவர்களுடைய உயரத்தையும், அவர்களுடைய பெற்றோரின் உயரத்தையும் அளந்துகொள்ளலாம். பின்னர் சில ஆண்டுகள் கழித்துச் சிறுவர்கள் பெரியவர்களான பிறகு அவர்களுடைய உயரத்தைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளலாம். அப்போது போதுமான அளவு 5கவல்கள் கிடைத்திருக்கும். அவற்றிலிருந்து துணை அலகுகளை மதிப்பிட்டுக் கொள்ளலாம். நடைமுறையில் சிறுவர்கள் பெரியவர்களாகும் வரை காத்திருக்க வேண்டியதில்லை. பெரியவர்களிடமிருந்தே அவர்கள் சிறுவர்களாயிருந்தபோது பெற்றிருந்த உயரம் பற்றிய தகவல்களைப் பெற்றுவிடலாம். இம்முறையில் சில உள்ளடங்கிய சிக்கல்கள் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக இத்தகைய தகவல்களைத் தரக்கூடிய பெரியவர்கள் நன்முறையில் வளர்க்கப்பட்டவர்களாக இருப்பர். எனவே அவர்கள் சராசரியானவர்களைவிடக் கூடுதல் உயரமுள்ளவர்களாக இருக்கக்கூடும்.

மாறிகளின் தொடர்புக் கெழுக்களின் மதிப்பீடுகளை அளிக்கிற தகவல்களையே பயன்படுத்தித் திட்ட விலக்கம் அல்லது மாறிகளின் தொடர்புச் கெழுக்களின் திட்டப்பிழை (standard error) σ-வின் அளவை மதிப்பீடு செய்துவிடலாம். அந்த மதிப்பீட்டையும், t-பரவல் அட்டவணையையும் பயன்படுத்தி ஓர் ஊக முன்னறிவிப்பு இடைவெளியைக் (prediction interval) கணக்கிடலாம். அதில் ஒரு குறிப்பிட்ட சிறுவனின் சரியான எதிர்கால உயரம் அடங்கியிருக்கக்கூடிய விருப்பமான நிகழ்தகவு இருக்கும்.

சில சமயங்களில் உயரமான தந்தைகளுக்குக் குட்டையான குழந்தையும், குட்டையான தந்தைக்கு உயரமான குழந்தையும் பிறக்கக்கூடும். ஆனாலும் ஒரு தந்தையின் உயரம் அவருடைய மகனின் உயரத்தை மதிப்பிடுவதற்கு ஒரு சிறந்த வழிகாட்டியே. அதாவது தந்தையின் உயரத்திற்கும் மகனின் உயரத்திற்கும் இடையில் ஒரு நிச்சயமான உடனூறவு இருக்கவே செய்கிறது. வேறு ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் காணலாம். ஒரு பொருளின் விலைக்கும் விற்பனைச் சந்தைக்கு அது வருகிற அளவுக்கும் ஓர் எதிரின் உடனூறவு உள்ளது. விலைக்கும் வரத்துக்கும் இடையில் ஓர் உத்தியான தொடர்பு இராமலிருக்கலாம். ஆனால் பொருள் வரத்து குறைந்தால் விலை உயர்ந்துவிடுவது பொதுவான நடைமுறையாகும், வரத்து மிகும்போது விலை குறையும்.

இத்தகைய துல்லியமற்ற உறவுகளை அளவிட உடனூறவுக் குணகங்கள் (coefficients of correlation)



## புள்ளியியல் இனம்காண் திறன்

$X$  என்னும் மாறி  $E(X) = \mu_1 = \mu_2$  என்னும் கூட்டுச் சராசரியுடன் இயல்நிலைப் பரவலைச் சார்ந்து அமையலாம். இங்கு  $X$ ஐப் பயன்படுத்தி  $\mu_1, \mu_2$ வின் மதிப்பீட்டைக் காணலாம். இருப்பினும்  $\mu_1, \mu_2$  என்னும் பண்பலகுகளைத் தனிப்பட்ட மதிப்பீடுகளாகப் (uniquely estimate) பெற இயலாது.  $\mu_i - \mu_j = \mu_1 - \mu_2$  என்று இருக்குமாறு  $(\mu_i, \mu_j)$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, (i \neq j)$  என்னும் எண்ணற்ற இனைகளைக் கருதலாம்.  $\mu_1, \mu_2$ வை இனம் காண இயலும் நிலையில் தான் அவற்றைத் தனித்த மதிப்பீடாகக் கொள்ள முடியும்.

புள்ளியியல் தேவை தொடர்பு பற்றி அறிய விரும்பினால் விநியோகத்தைப் பற்றியும் அறிய வேண்டும். விநியோகத்தைப் பற்றிப் போதிய அளவு அறிந்திருக்கும்போது தேவை வரைவுடன் நகரும் விநியோக வரையின் முன்னேற்றத்தைக் குறிக்க முடியும். இந்நிலையில் தேவை வரை இனம் காணப்படுகிறது. இனம் காணாதலுக்குக் கூடுதலான விவரங்கள் தேவைப் படுகின்றன.

சில புள்ளியியல் சமன்பாடுகளில் சில பண்பலகுகளை ஒருதலைச் சான்றின்றித் தனிப்பட்ட முறையில் மதிப்பீடு செய்ய இயலாது. இதற்குக் காரணம் இருவேறுபட்ட அமைப்புகளிலிருந்து பிரிக்க இயலாத வகையில் காணப்படுகிறது. இத்தகைய நிலையை இனம் காண இயலாத நிலை எனலாம். கிடைக்கப்பெற்றுள்ள விவரங்களிலிருந்து இரு பண்பலகையும் மதிப்பீடு செய்ய இயலாத நிலையில் அந்த அமைப்பு முற்றிலும் இனம்காண இயலாத நிலையில் உள்ளது. இதுபோன்றே ஓர் அமைப்பு ஒரு பகுதி இனம்காண நிலையிலும் அமைக்கப்படும் அனைத்தையும் மதிப்பீடு காண இயலுமானால் அமைப்பு முற்றிலும் இனம் காணப்படுகிறது.

கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்

## புள்ளியியல் தவறுகள்

புள்ளி விவரங்களின் அடிப்படையில் கூறப்படும் செய்திகள் சுருக்கமாகவும், துல்லியமாகவும் உள்ளமையால் அவை தரும் முடிவுகளைப் பெரிதும் நம்பத்தக்கவையாக உள்ளன. புள்ளியியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களை நன்கு அறியாதவர்களும், தன் தனிப்பட்ட நோக்கத்திற்காகக் கையாள முற்படுவோரும் புள்ளி விவரங்களைத் தவறான

என்னும் அளவுகளை உருவாக்கியுள்ளனர். பியர்சன் உடனுறவு (pearson correlation) அல்லது பெருக்கற்பலன் விலக்க மடிச் சராசரி (product moment) என்னும் அளவு பரவலாகப் பயன்படுவதாகும். அது  $P$  என்னும் எழுத்தால் குறிக்கப்படும். அது ஓர் இரட்டைமாறி அல்லது பன்மை மாறி முழுமைத் தொகுதியின் இரு தன்னிச்சை மாறிகளுக்கிடையிலுள்ள உடனுறவு அல்லது நேர்போக்கு இசைவு (linear association) அளவை அளிக்கிறது. முழுமைத் தொகுதியின் அனைத்து உறுப்புகளுக்கும் இரு மாறிகளுக்கும் அவற்றின் சராசரிகளுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளின் பெருக்கு தொகைகளின் கூட்டுச் சராசரியை அவற்றின் திட்ட விலக்கங்களின் பெருக்கு தொகையால் வகுக்கக் கிடைக்கும் எண்ணாக அது வரையறுக்கப்படுகிறது. அதைப் பின்வருமாறு கணித வடிவில் குறிப்பிடலாம்.

$$P = \frac{\sum (x - \mu_x)(y - \mu_y)}{\sqrt{\sum (x - \mu_x)^2 \sum (y - \mu_y)^2}}$$

இதில்  $x, y$  ஆகியவை தன்னிச்சை மாறிகள்.  $\mu_x, \mu_y$  ஆகியவை அவற்றின் கூட்டுச் சராசரிகள்.  $\sigma_x, \sigma_y$  ஆகியவை அவற்றின் திட்ட விலக்கங்கள்.  $f(x, y)$  என்பது அவற்றின் நிகழ்வெண் பரவல்.

இரண்டு மாறிகளுக்கிடையில் உறவேதும் இராவிட்டால்  $P = 0$ . ஒன்றை மற்றதிலிருந்து நேரடியாகக் கணக்கிடக்கூடிய வகையில் அவற்றுக்கிடையில் ஒரு முடிவான நேர்போக்கு உறவு இருக்குமானால், அந்த உறவு நேரியலாக இருக்கும்போது  $P = +1$ , தலைக்கீழியலாக இருக்கும்போது  $P = -1$ . வேறு சமயங்களில்  $P$  மதிப்பு  $+1, -1$  ஆகியவற்றுக்கிடையிலான ஏதாவது ஒரு பின்னமாக இருக்கும். இரு மாறிகளுக்கும் இடையிலான உறவு மிகவும் நலிந்ததாக இருக்கும்போது அந்தப் பின்னம் சுழிக்கு நெருக்கமாக இருக்கும். ஒரு மாறியின் தொடர்புச் சார்பெண்ணின் தனி மாறிகள் (independent variables). தன்னிச்சை மாறிகளாக (random variables) இருக்குமானால் உடனுறவுக் கெட்டுக்களுக்கும், மாறிகளின் தொடர்புக் கெழுக்களுக்கும் இடையில் ஒரு சமத்துவம் காணப்படுகிறது. ஒரு கணம் வரையறுக்கப்பட்டவுடனே அதே போல மற்றக்கணமும் வரையறுக்கப்பட்டுவிடுகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். G.U. Yule, M.G. Kendall, *An Introduction to the theory of Statistics*, Charles Criffin & Co., London, 1950.

முறையில் பயன்படுத்தினால் முடிவுகள் உண்மைக்குப் புறம்பானவையாகவே அமையும். இவ்வாறு முடிவுகளில் ஏற்படும் தவறுகள் புள்ளியியல் தவறுகள் (statistical fappacies) எனப்படும்.

பின்வரும் எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் தவறான கூற்றை நிறுவுவதற்கும் புள்ளியியல் துணையாக நிற்பதைக் காணலாம்.

ஒரு நகரில் காலரா நோய்த் தடுப்பூசி போடப்பட்ட 5000 பேர் நோயால் இறந்துவிட்டனர். எனவே தடுப்பூசி பயனற்றது எனக் கணக்கிடுவது புள்ளியியல் அடிப்படையில் தவறான முடிவாகும். ஏனெனில் தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்ளத் தவறிய மக்களில், எத்தனை சதவீதம் இறந்து போனார்கள் என்னும் விவரம் தரப்படவே இல்லை. இதனால் விவரங்கள் முழுமையாகத் தரப்படாத நிலையில் எடுக்கப்படும் முடிவுகள் நம்பத்தக்கவையல்ல என்பதை அறியலாம்.

செய்தித்தாள்களில் வரும் விளம்பரங்களில் மக்கள் கவனத்தை ஈர்ப்பதற்காகப் புள்ளி விவரங்கள் திரித்துக் கூறப்படுகின்றன. தங்கள் நிறுவனத்தின் பற்பசையை 97% பேர் பயன்படுத்துவதாகவும், தங்கள் ஆலையில் உற்பத்தி யாகும் விரிப்புகளையே 99% மக்கள் வாங்குகின்றனர் என்றும் விளம்பரப்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக் கொள்ளும் 100 பேர் அந்த நிறுவனத்தில் பணிபுரிவோர் அல்லது அங்குக் கிடைக்கும் பொருள்களைக் குறைந்த விலைக்கு வாங்கும் சலுகை பெற்றோரோடு இருக்கலாம். இதையே மக்கட் தொகுதி முழுமைக்கும் பொதுமைப்படுத்திக் கூற இயலாது.

முந்தைய தேர்தலைவிட தற்போது தங்கள் அணிக்கு இரு மடங்கு வாக்குகள் மிகுதியாகக் கிடைத்துள்ளதாக அரசியலார் அறிவிக்கலாம். ஆனால் இதன் பின்னணியில் இரண்டு காரணங்கள் இருக்கலாம். அவ்வணியின் உறுப்பினர்களின் எண்ணிக்கையை இம்முறை மும்மடங்கு ஆகியிருக்கலாம் அல்லது சென்ற தேர்தலில் மிக மிகக் குறைந்த அளவில் வாக்குப்பதிவு நடைபெற்றிருக்கலாம்.

மேற்காணும் விவரங்களுக்கு உடனுறவுக் கெழு (correlation coefficient) கணக்கிட்டால் +1க்கு மிக நெருங்கிய மதிப்பாகக் கூட இருக்கும். ஆனால் மாறிகளிடையே உடனுறவைக் கணக்கிடுவது போலி உடனுறவு (spurious correlation) அல்லது பொருளற்ற உடனுறவு (nonsense correlation) ஆகும்.

புள்ளியியல் தவறுக்குச் சில காரணங்கள். தெரிந்தோ, தெரியாமலோ புள்ளிவிவரங்களில் காணப்படும் ஒரு தலைச்சார்பு (bias) உள்ளமை, கவனமின்மையாலும், முதன்மையான குறிப்புகள் தரப்படாத நிலையிலும் ஏற்படும் குழப்பங்கள் ஒப்பு நோக்கிட இயலாத விவரங்களை இணைத்து முடிவுக்கு வருதல் காரண காரியத் தொடர்பற்ற இருமாறிகளைத் தொடர்புபடுத்தி கூறுதல், முழுமையான விவரங்கள் தரப்படாத நிலை, அலகுகளை முறையாக வரையறுக்கத் தவறுதல், திட்ட அமைப்பில் உள்ள குறைகள், முழுமைத் தொகுதியை நன்கு வெளிக்காட்டாத இயலாத நிலையில், தேர்ந்தெடுக்கும் கூறு அமைந்து விடுதல் என்பன புள்ளியியலில் ஏற்படும் தவறுகளுக்குச் சில காரணங்களாகும்.

ஒவ்வொரு புள்ளியியல் வல்லுநரும் தமக்குத் தரப்படும் புள்ளிவிவரங்களைப் பற்றி ஆராயும்போது தமக்குத்தானே பின் வரும் வினாக்களை எழுப்பிக் கொள்ள வேண்டும். அவை யார், எதற்காக இவ்வாறு சொல்கிறார்? அவர் சொல்வது பொய்யாகவோ, அனுமானமாகவோ இருக்கக்கூடுமா? இவ்வாறு சொல்வதால் அவருக்கு என்ன பயன் கிடைக்கக்கூடும் என்பன. ஒரு சிறந்த ஆய்வின் அடிப்படை கவனத்துடன் சேகரிக்கப்பட்ட புள்ளி விவரங்கள் எனலாம்.

கிருஷ்ணசாமி அருணாசலம்

## புள்ளி விவர ஒளியியல்

வீச்சு, கட்ட ஏற்ற இறக்கங்கள் ஆகியவை மின் காந்தப் புலங்களின், குறிப்பாகக் கட்புலனாகும் நிறமாலைப் பகுதிகளின் பொதுவான கூறுகள் ஆகும். இயற்கையான கதிர் மூலங்களில் மிகப் பெரும்பான்மையானவை ஒரு குழப்பம் மிகுந்த அடிப்படை உமிழ்வுச் செயல்முறை வரிசையில் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன. இவ்வகையில் அவற்றை ஒரு தன்னிச்சையான குறிப்பை உற்பத்தி மூலங்களாகக் கருதலாமே தவிர நன்முறையில் வடிவமைக்கப்பட்ட மின் அலையியற்றிகளாகக் கருத முடியாது. இதற்கு மாறாக ஒரு நிலைப்படுத்தப்பட்ட லேசரிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களை ஒரு கருத்தியல் மின்காந்தக் கிளர்வாக, அதாவது ஒரு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட ஒற்றை நிறச் சமதள அலையாக மிக நெருக்கமாகத் தோராயப்படுத்த முடியும். இருப்பினும் மிகச்சிறந்த முறையில் வடிவமைக்கப்பட்ட லேசர் மூலங்களிலும் தானாக வரும் உமிழ்வுகள்,



ஒத்ததிர்வுப் புழையின் எந்திரவியல் அதிர்வு, ஏனைய தவிர்க்க முடியாத உலைவு ஆகியவற்றின் காரணமாகத் தோன்றும் அளவிடக்கூடிய ஏற்ற இறக்கங்களைத் தடுக்க முடிவதில்லை.

இத்தகைய ஏற்ற இறக்கங்களின் தன்மையைக் கண்டுபிடிப்பதும், அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான ஆய்வுச் செய்முறைகளைச் சுட்டிக் காட்டுவதும் புள்ளி விவர ஒளியியலில் அடங்கும். எந்த ஓர் இயலும் பணிபுரியாது. வழக்கமாகப் புள்ளி விவர ஒளியியல், ஒரியல்புக் கொள்கையுடன் (coherence theory) மிக நெருக்கமான தொடர்புள்ளதாயிருக்கிறது. மின்காந்த அலைகளின் ஒரியல்புத் தன்மையைப் பற்றிச் சிந்திக்கும் போது ஒளிக்குறுக்கீட்டு விளைவிலும், விளிம்பு விலகலிலும் சோதனைகள் செய்யும்போது கிடைக்கிற உயர் செறிவு வேறுபாடுகள் வரிகள் நினைவுக்கு வருகின்றன. உண்மையில் 19-ம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியிலிருந்து 1950-கள் வரை ஒரியல்புத் தன்மையைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட தொடக்க நிலை ஆய்வுகள் இரண்டு இடைவெளி-நேர்புள்ளிகளில் உள்ள புலமாறிகளுக்கு இடையிலான உடனுறவைப் பற்றியே அக்கறை செலுத்தின. அவற்றின் மூலம் ஒளிக் குறுக்கீட்டு வரிகளின் கட்டிலனாகும் தன்மையின் அடிப்படையில் மின்காந்த அலைகளின் ஒரியல்புக்கு ஓர் அளவீடு கிடைத்தது. ஆனாலும் தன் போக்கான (arbitrary) புலங்களைப் புள்ளியியல் முறையில் முழுமையாக வகைப்படுத்துவதற்குப் போதுமான அளவில் அந்த அளவுக் கருவிகள் பொதுத் தன்மை பெற்றிருக்கவில்லை என்பது தெரியவந்தது.

ஒரு மரபார்ந்த வெப்பக் கதிர் மூலத்தையும் ஒரு நன்முறையில் நிலைப்படுத்தப்பட்ட லேசர் கருவியையும் இரண்டு ஒரே வகையான பெட்டிகளில் வைத்து அவற்றுக்குத் தேவையான நலிவுட்டி (attenuator), இணையாக்கி (collimator), முனைவாக்கி (polarizer), வடிகட்டி (filter) போன்ற துணை உறுப்புகளையும் பொருத்தி அப்பெட்டிகளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களின் செறிவு அலை முகப்பு, நிறமாலைப் பரவல் ஆகியவற்றை ஒரே வகையாக இருக்கும்படி செய்துவிட்டால், பழங் கொள்கைப்படியான எந்த ஒளிக் குறுக்கீட்டு விளைவு அளவு முறையாலும் அந்த இரண்டு மூலங்களுக்கும் இடையில் வேறுபாடு கண்டுபிடிக்க முடியாது எனச் சொல்லப் படுகிறது. இருப்பினும் மேற்சொன்ன கருத்தியல் தன்மையான சூழ்நிலைகளிலும் ஒரு சாதாரண வெப்ப மூல விளக்கிற்கும் ஒரு லேசருக்கும் இடையில் உள்ள

வேறுபாட்டைக் கண்டுபிடித்துவிட முடியும் என்பதை உள்ளூணர்வால் உணர முடிகிறது. இச்சிக்கலுக்குத் தீர்வு காணக்கதிர் வீச்சின் உயர் வரிசை உடனுறவுப் பண்புகளை ஆராய வேண்டும். அதாவது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக்கள் (degrees) உள்ள புல மடிகளுக்கு (field powers) இடையிலுள்ள உடனுறவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும்.

மின்காந்தப் புலத்தின் ஒரு முழுமையான புள்ளியியல் விவரிப்பை  $n$ -ஆம் வரிசை ஒரியல்புச் சார்பெண்களின் ஒரு முடிவற்ற படிவரிசையால் (infinite hierarchy) அளிக்க முடியும்.  $n$ -ஆம் வரிசை ஒரியல்புச் சார்பெண்ணானது, புல மாறிகளின் பெருக்குத் தொகையின் மொத்தச் சராசரியைக் குறிக்கிறது. அந்தச் சராசரி செறிவின்  $n$ ஆம் மடிக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.

ஒளி எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பகுப்பாய்வு செய்ததிலிருந்து  $n$ ஆம் வரிசை ஒரியல்புச் சார்பெண்களின் பெரும் பங்கு தெரிய வந்தது. உயர் அதிர்வெண் மின்காந்தப் புலங்களைப் பதிவு செய்வதற்கு அது ஓர் அடிப்படையான துலக்க முறையாகும். ஓர் ஒளியுணர் பரப்பின் மேல் ஒளி படும்போது ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுவதற்கான அலகு நேர நிகழ்தகவு ஒளியின் எதிர்முனையில் உள்ள உடனடியான ஒளிச் செறிவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

ஹான்பரி பிரெளன், டிவிஸ் ஆகியோர் செய்த தலைசிறந்த ஆய்வுகளில் ஒரு மின்னிறக்கக் குழாயிலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்கள் ஒரு பாதி ரசம்பூசப்பட்ட (semi silvered) கண்ணாடியால் இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு ஒளி பெருக்கிக் கருவிகளில் (photo multipliers) செலுத்தப்பட்டன. இரண்டு துலக்கிகளிலிருந்தும் வெளிப்பட்ட ஒளி எலெக்ட்ரான்களின் சராசரி ஒன்றிப்பு வீதம் (coincidence rate) ஒளியியல் பாதை வேறுபாட்டின் ஒரு சார்பெண்ணாக அளவிடப்பட்டது. ஒளியியல் தாமதிப்பைச் (optical delay) சார்ந்திராத, தற்செயலான பின்னணி ஒன்றிப்புகளுடன் கூடவே சிறிய ஒளியியல் தாமதிப்புகளுக்குச் சிறிய எண்ணிக்கையிலான கூடுதல் ஒன்றிப்புகளைக் காண முடிந்தது. கருவியமைப்பின் முடிவான மறுவிளைவு நேரத்தின் காரணமாகவே இவ்விளைவு ஓரளவுக்கு இருக்கிறது. இதே ஆய்வை மார்கன்சன், ஸ்பில்லர் ஆகியோர் செய்தபோது ஒரு சுழலும் தேய்த்த கண்ணாடியால் சிதறப்பட்ட லேசர் ஒளியால் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தினர்.

புல ஏற்ற இறக்க நேரத்தைத் தேய்த்த கண்ணாடியின் கூழல் வேகத்தை மாற்றுவதன் மூலம் கட்டுப்படுத்த முடியும். எனவே கருவியமைப்பில் நிறைவு தரும் அளவுக்கு மறு விளைவு ஏற்படுகிற வகையில் புல ஏற்ற இறக்க நேரத்தை நீட்டித்துக் கொள்ளலாம். சிறு ஒளியியல் தாமதங்களுக்கான துணை ஒன்றிப்பு எண்ணை எளிதாகக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

உடனுறவுச் சார்பெண்களின் முடிவற்ற படிவரிசையின் அடிப்படையில் ஒரு தன்னிச்சையான புலத்தின் புள்ளியியல் பண்புகளைப் பற்றிய ஒரு விவரிப்பைக் கிளாபர் என்பார் வெளியிட்டார். கடந்த சில ஆண்டுகளில் துலக்கிகளிலும், விரைவான எலெக்ட்ரானிக் கருவியமைப்புகளிலும் பெரும் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டிருப்பதன் காரணமாகப் புள்ளி விவர ஒளியியலும் மேம்பட்டு விளங்குகிறது. ஒளி புகும் ஊடகங்களில் தன்னிச்சையான ஒளிவிலகல் எண் ஏற்ற இறக்கங்களால் சிதறப்படும் லேசர் ஒளியின் புள்ளியியல் பண்புகளைப் பற்றி விரிவான ஆய்வுகள் செய்யப் பட்டிருக்கின்றன. ஒற்றை வகை மற்றும் பண்மை வகை (multimode) இயக்கங்களுக்கு லேசர் செயல்முறையின் இயக்கவியல், ஆய்வுவழி அறியப்பட்டுள்ளது. ஏனைய வகைக் கதிர்வீச்சுகளும் அண்மையில் கவனத்திற் குரியவையாகி இருக்கின்றன. குறிப்பாக ஓர் இரட்டை அணு மட்டங்களுடன் ஒத்ததிர்வு செய்கிற லேசர் ஒளியால் கிளர்வூட்டப்பட்ட அணுக்கதிர்களின் ஒளிர்வு, குறுகிய தாமத நேரங்களுக்கான ஒளி எலெக்ட்ரான் ஒன்றிப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைத்துவிடுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இவ்விளைவு ஃபோட்டான் குவியல் எதிர்ப்பு (anti bunching) எனப்படும்.

அனைத்து நவீன ஆய்வு முறைகளும் ஒளி எலெக்ட்ரான் புள்ளி விவரத்தை அளவிடுதலைச் சார்ந்தே இருக்கின்றன. எனவே ஒரு மாதிரித் துலக்கல் அமைப்பின் அடிப்படைக் கூறுகளையும், ஒரு புலத்தைப் பற்றிய தகவல்கள் சேகரிக்கப்படுகிற வழிமுறைகளையும் பற்றி ஆய்வது பயனளிக்கும். இடம் சார் மற்றும் காலம் சார் தொகுப்பு விளைவுகள் சிறுமமாக இருக்கும் வகையில் பதிவு செய்யும் செயல்முறை அமைந்திருக்கும்போது, ஒளி மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கம், படுகதிரின் புள்ளியியல் செயல்பாட்டைக் காட்டுகிறது. ஆய்வுச் சூழல்கள் கருத்தியல் (ideal) தன்மையில் அமைந்திருக்கிற போது, ஒளி உணர் பரப்பின் மேல் படு அலை முகப்பின் ஒரு சிறிய சீரான பகுதி விழுமாறு செய்யவேண்டும். அதனால் இடம் சார்ந்த சராசரியாக்கம் (special averaging)

தவிர்க்கப்படும். ஒளியின் தன்னியல்பான ஏற்ற இறக்க நேரத்தைவிட அடிப்படை எண்ணும் இடைவெளி (counting interval) மிகவும் சிறியதாயிருக்க வேண்டும்.

இத்தகைய சூழ்நிலைகள் புலத்தின் ஓர் ஒரியல்புப் பருமத்திற்குள்ளான துலக்கம் எனப்படும். அந்நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணும் நேரத்தில்  $n$  ஒளி எலெக்ட்ரான்களைத் துலக்குவதற்கான நிகழ்தகவு பின்வருமாறு:

$$P(n) = \int_0^\infty ((\alpha w)^n / n!) e^{-\alpha w} P(w) dw$$

இதில்  $W$  என்பது தொகுக்கப்பட்ட செறிவு (Integrated Intensity).  $P(w) dw$  என்பது,  $w$  இன் மதிப்பு  $w$ ,  $w + dw$  ஆகிய வரம்புகளுக்குள் உள்ள ஒன்றாக இருப்பதற்கான நிகழ்தகவு. இவ்வாறு அளவிடப்பட்ட ஒளி எலெக்ட்ரான் நிகழ்தகவுப் பரவல் ஒரு பாய்சான் மாற்றப் பயனின் (Poisson transform) மூலமாக ஒளிச்செறிவின் நிகழ்தகவுப் பரவலுடன் நேரடித்தொடர்பு கொண்டதாயிருக்கிறது. பாய்சான் மையக்கணம் (kernel) ஒளித் துலக்கி மாற்றச் சார்பெண்ணாகப் பணியாற்றுகிறது.

கதிர் மூலம் ஒரு வெப்பப் புலத்தை உண்டாக்குவதாயும், எண்ணும் அளவீடுகள் ஓர் ஒரியல்புத் தன்மைப் பருமத்துக்குள் செய்யப்படுவதாயும் வைத்துக்கொண்டால் ஊகித்துரைக்கப்பட்ட ஒளி எலெக்ட்ரான் பரவல் பின் வருமாறு போஸ்-ஜன்ஸ்டீன் பரவல் வடிவில் அமையும்.

$$P(n) = (1/(1+\langle N \rangle)) (\langle n \rangle / (1+\langle n \rangle))^n$$

செயல் தொடக்க (threshold) மட்டத்திற்கு மிகவும் மேலே செயல்படுகிற ஓர் ஒற்றை வகை லேசருக்கு எதிர்பார்க்கப்படும் (பாய்சான்) பரவல் பின்வருமாறு.

$$P(n) = e^{-\langle n \rangle} (\langle n \rangle^n / n!)$$

மேற்காணும் சமன்பாடுகளில்  $\langle n \rangle$  என்னும் துணை அலகு ஓர் ஒற்றையான எண்ணும் நேரத்தில் துலக்கப்பட்ட ஒளி எலெக்ட்ரான்களின் சராசரி எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுகிறது. லேசரின் இயக்க நிலைகளைச் செயல் தொடக்க மட்டத்தில் கீழேயிருந்து மேலே கொண்டுவரும் போது, பெரும்பாலும் புழையின் உள்ளே தானாகவே ஏற்படும் உமிழ்வால் ஏற்படுகிற தொடக்கநிலை வெப்பக் கதிர் வீச்சு, ஓர் ஒரியல்புப் புலமாக மாறிவிடுகிறது.

மேற்சொன்ன முறையில்  $P(n)$  மதிப்பை அளவிடுவது புலச் செறிவின் நிலையியல் சமநிலைப் பற்றிய தகவல்கள் அளிக்கிறது. ஆனால் அதன் உடனுறவுப் பண்புகளைப் பற்றி



எதுவும் சொல்வதில்லை.  $P(n_1, n_2, T)$  என்னும் இணைந்த ஒளி எலெக்ட்ரான் எண்ணும் பரவலை அளவிடுவதன் மூலம் உடனுறவுப் பண்புகளை ஆய்வு செய்யலாம். முதல் எண்ணும் ஜன்னலில் (counting window)  $n_1$  ஒளி எலெக்ட்ரான்களைப் பதிவு செய்யவும்  $T$  நொடி தாமதத்திற்குப் பிறகு  $n_2$  ஒளி எலெக்ட்ரான்களைப் பதிவு செய்யவுமான நிகழ்தகவு, இணைந்த ஒளி எலெக்ட்ரான் எண்ணும் பரவல் (Joint photo electron counting distribution) எனப்படுகிறது. இந்தப் பரவல் முழுவதற்குமான சராசரி எடுப்பதன் மூலம்  $\langle n_1 n_2 \rangle$  என்னும் வகையைச் சேர்ந்த தன்னிச்சையான இரு நேர உடனுறவுச் சார்பெண்களை அமைக்க முடியும்.  $k=h=1$  என்னும் நிலையிலுள்ள பரவல் அளவீடு குறிப்பிடத்தக்கது. அது பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலமாகப் புலச் செறிவு உடனுறவுச் சார்பெண்ணை நேரடியாக அளவிட உதவுகிறது.  $\langle n_1 n_2(T) \rangle = \langle I_1(t) I_2(t+T) \rangle$  நடைமுறையில் மேற்காணும் சமன்பாட்டைக் கணக்கிட விரிவான தகவல் சேகரிப்பும் கணிதச் செயல் முறைகளும் தேவைப்படும்.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

## புளிக்கவைத்தல்

காண்க: நொதித்தல்

## புளிச்சக்காய் மரம்

வெப்பமண்டலக் கனி வகைகளுள் புளிச்சக்காய் மரமும் ஒன்று. இதன் தாவரவியல் பெயர் அவெராவா பிலிம்பி (averrhoa bilimbi) என்பதாகும். ஆக்சாலிடேசிக் குடும்பத்தில் இருவித்திலைத் தாவர வகுப்பினைச் சேர்ந்தது.

வளரியல்பு. புளிச்சக்காய் மரம் மியான்மர், ஸ்ரீலங்கா, இந்தியாவின் தக்காண பீடபூமி, கிழக்குக் கடற்கரை ஆகிய இடங்களில் பயிரிடப்படுகிறது. இது 5 - 6 மீ. உயரம் வளரும் சிறிய மரம். சிறகுக் கூட்டிலையின் நுனி ஒற்றைச் சிற்றிலையுடன் முடியும். இலையின் மையக் காம்பில் சிற்றிலைகள் நேர் எதிரெதிராக இல்லாமல் சிறிது தள்ளி இணைந்திருக்கும். மொத்தம் 5 - 10 இரட்டைச் சிற்றிலைகள் சிறு காம்புகளுடன் காணப்படும். சிற்றிலை ஒவ்வொன்றும் முட்டை அல்லது நீள் ஈட்டி வடிவானது. இலைப்பரப்பு

பளபளப்பானது. தூவிகள் உடைய இலைக்காம்பு 30 - 60 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். இலையடிச் செதில் இல்லை.

மஞ்சரி தண்டிலிருந்து நேரிடையாக அல்லது கிளை நுனியிலிருந்து தோன்றும். நிலைத்த நுனிவளர் மஞ்சரியின், பூக்கள் சிவப்பு நிறமானவை. 1 செ.மீ. நீளம் பூக்கள் பிப்ரவரி - ஆகஸ்டில் காணப்படும். புல்லி வட்டத்தில் உள்ள புல்லி இதழ்கள் தடித்த தூவிகளுடன் அடுக்கு இதழ் அமைவில் உள்ளன. அல்லி வட்டத்தில் அல்லி இதழ்கள் இணையாமல் தனித்தனியே உள்ளன. இன ய திருகு இதழ் அமைப்பில் முட்டை அல்லது நீள் சதுர வடிவானவை. மகரந்தத்தூள் வட்டத்தில் 10 மகரந்தத் தாள்கள் உள்ளன; அவற்றுள் 5 மகரந்தத்தாள்கள் நீளமாகவும் எஞ்சிய 5 மகரந்தத்தாள்கள் குட்டையாகவும் உள்ளன. மகரந்தப்பையில் இரண்டு அறைகள் உள்ளன மெல்லிய மகரந்தக்கம்பியின் அடிப்பகுதியில் சிறிது இணைந்திருப்பதால் ஒரு கற்றை மகரந்தத்தாள்கள் ஆகின்றன. மகரந்தப்பைகள் உள்நோக்கி நீளமாக வெடித்து மகரந்தத்தைச் சிந்தும். 6 சூலக இலைகள் இணைந்த உண்டாகிய மேல் மட்டச் சூல்பையில் 6 சூலக அறைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு சூலக அறையிலும் 1 அல்லது 2 தலைகீழ் சூல்கள் அச்சச்சூல் அமைவில் இணைந்திருக்கும்.

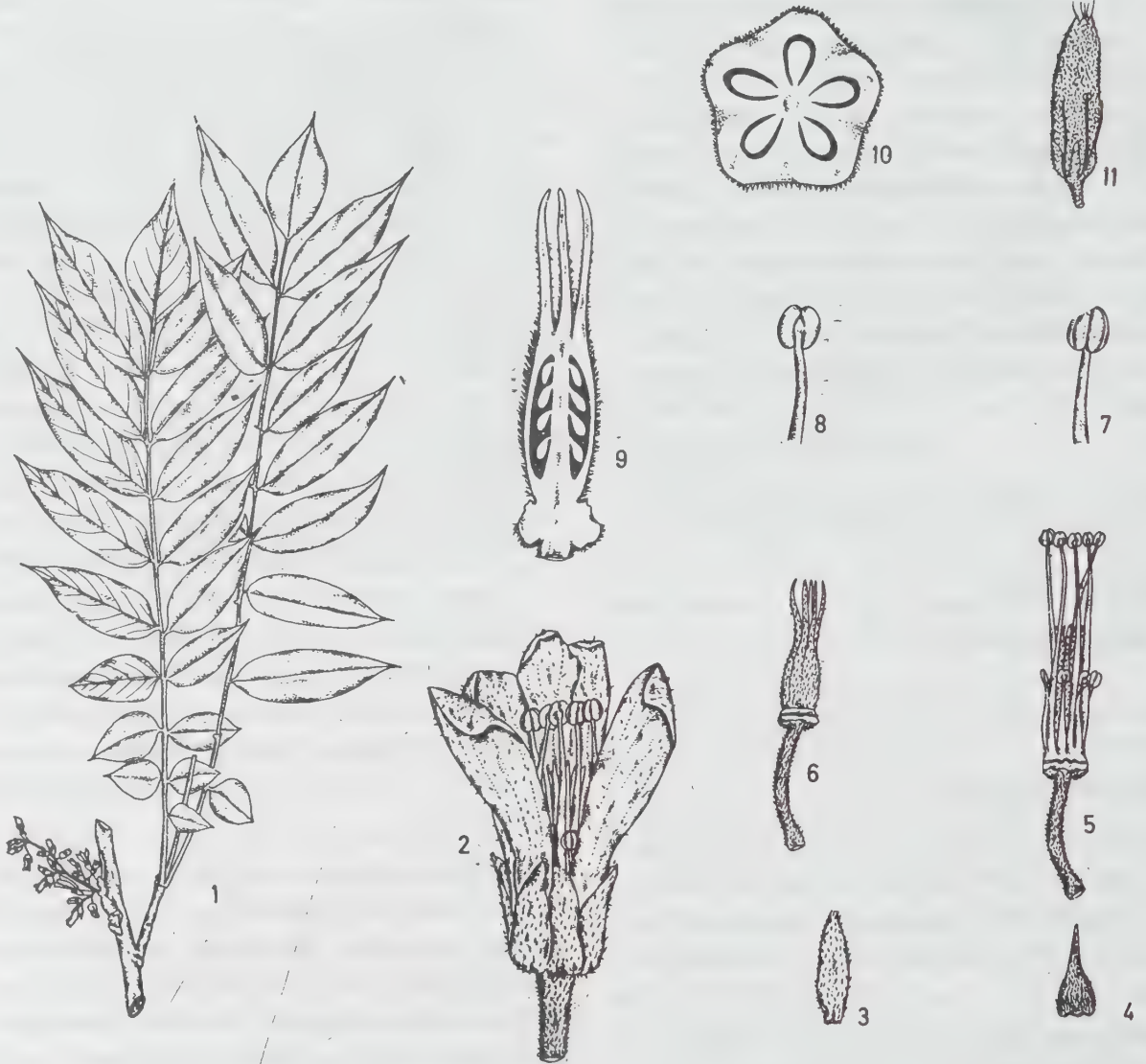
சூலகத் தண்டு கிளைகளால் பிரிந்து கனியிலும் காணப்படும். 6 சூலகமுடிகள் சூலகத்தண்டின் நுனியில் உருண்டையாகக் காணப்படும். சதுரமான மஞ்சள் நிறச் சதைக்கனி வகை (berry) விதையில் இலையினை ஒத்த வித்திலைகள் உள்ளன. இதில் உள்ள நேரான கருவைச் சுற்றிலும் சதைப்பற்று உள்ள முளைச்சூழ்தசை காணப்படும்.

பயன். புளிச்சக்காய் மரம் அதன் கனிகளுக்காகத் தோட்டங்களில் பயிரிடப்படுகிறது. வெப்பமண்டலப் பயிரான இது சில இடங்களில் தன்னிச்சையாகக் காணப்படுகிறது. கனி புளிப்புச்சுவை உடையது. கனியை நேரிடையாகவோ ஊறுகாய் செய்தோ உண்ணலாம். புளிச்சக்காய் மரத்தின் வேர், வேர்ப்பட்டை, இலை முதலியவை மருந்தாகின்றன. வேர்ப்பட்டையிலிருந்து சாறு எடுத்துப் பக்குவப்படுத்தி நீர்க்கோவை, வயிற்று மந்தம், வாதம், வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றிற்குத் தரலாம். இது பெண்களின் மகப்பேற்றிற்குப் பின்னர் ஊக்கியாகவும் கொடுக்கப்படும்.

காய்களில் அமிலத்தன்மை மிகுதியாக உள்ளமையால் புளிப்புச் சுவையுடனும் பழுக்கும்போது இனிப்புச்

சுவையுடனும் விளங்கும். கனிகள் திசு இயக்கியாகவும் செரிப்பு நீர் அதிகரிப்பானாகவும், உடல் வெப்பத்தைத் தணித்துக் குளிர்ச்சியை உண்டாக்குபவையாகவும், புழுதீக்கியாகவும் கொடுக்கப்படும். காய்கறியாகச் சமைத்து உண்ணும்போது சுவையும் செரிப்புத்திறனும் கூடுதல்

ஆகின்றன. மூலநோய் ஊட்டச் சத்துக்குறைவால் ஏற்படும் சொறி, கரப்பான் ஆகியவற்றிற்கு மருந்து தயாரிக்கவும் கனிகள் பயன்படும். மிகையான காய்ச்சலின்போது கனிச்சாற்றை கொடுத்தால் காய்ச்சல் தணியும். இதற்கு நன்கு முதிர்ந்த பழங்களின் சாறில் சர்க்கரையும், நீரும்



1. கொப்பு

2. பூ

3. புல்லி இதழ்

4. பூக்காம்பிலை

5. சூலகத்துடன் கூடிய சேகரங்கள்

6, 9, 10. சூலகம், முழுதும்

7, 8. சேகரங்கள்

11. சதைக்கனி



சேர்த்துக் கலக்கிச் சர்க்கரை கரையும் வரை காய்ச்சிப் பாகுபோல் வந்தவுடன் இறக்கி வைத்து பயன்படுத்த வேண்டும். இது காற்றுப் புகாத புட்டிகளில் அடைக்கப்பட்டு ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. இது சில கோவில்களில் வளர்க்கப்படுகிறது.

கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துணைநூல்.

Brandis D. *Indian Trees*, Periodical Experts Book Agency, Dehi, 1978.

## புளிச்சைக் கீரை

இதன் தாவரவியல் பெயர் ஹைபிஸ்கஸ் கன்னாபினஸ் (*Hibiscus cannabinus*) ஆகும். புளிச்சைக்குப் புளிமஞ்சி, காச்சரக்கு, காய்ச்சொறி, காய்ச்சிரங்கு, காய்ச்சுரை, காச்சிரங்கு, புளிச்சிறுகீரை, புளிச்சுறுகீரை என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இச்செடியின் தழைகளை கீரையாகப் பயன்படுத்தலாம். இது மால்வேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. சணல் பயிரிட முடியாத இடங்களில் சாகுபடி செய்யப் படுகிறது. உலகம் முழுவதிலுமுள்ள வெப்ப நாடுகளில் இது விளைகிறது. சணலைவிட இதன் நாரிழைகள் திண்ணிய வலிமை வாய்ந்தவை. தண்டிலிருந்து எடுக்கப்படும் இதன் நார்கள் சற்றுச் சொரசொரப்பாக உள்ளன. இந்தியா, கியூபா, தான்சானியா, தாய்லாந்து, சீனா, மெக்சிகோ, எகிப்து, ரஷ்யா ஆகிய நாடுகளே புளிச்சை உற்பத்தியில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன. இந்தியாவில் மேற்கு வங்காளம், பீகார், திரிபுரா, அஸ்ஸாம், மத்தியப் பிரதேசம், ஒரிசா, மஹாராஷ்டிரம், கர்நாடகம், உத்திரப்பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களில் இது பயிராகிறது. வறட்சியான பகுதிகளைவிடக் குளிர்ச்சியான பகுதிகளில் இதன் நார்விளைச்சல் கூடுதலாகும்.

வளரியல்பு. புளிச்சைச் செடியின் வளர்ச்சிப் பருவத்திற்கு 15 - 25°C வெப்பநிலை பொருத்தமானது. பயிர் வளருகின்ற 4 - 5 மாதங்களில் 500 - 700 மி.மீ. மழை பரவலாகப் பெய்ய வேண்டும். இதன் சாகுபடிக்கு வடிகால் வசதியுள்ள சம கார-அமில நிலையுள்ள, கரிமப் பொருள் நிறைந்த மண் மிகவும் ஏற்றது. அமில நிலம் இதன் சாகுபடிக்கு ஏற்றதன்று. நீர் தேங்கும் பகுதிகளில் இது வளர்வதில்லை. சணலைவிட இதன் வளர்ச்சிக்குக் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகள் இருத்தல் மிக இன்றியமையாதது. விசை மிகுந்த காற்று, அடைமழை, குறைந்த வெப்பநிலை, பனிப்பெய்வு ஆகியன அ.க.15-49

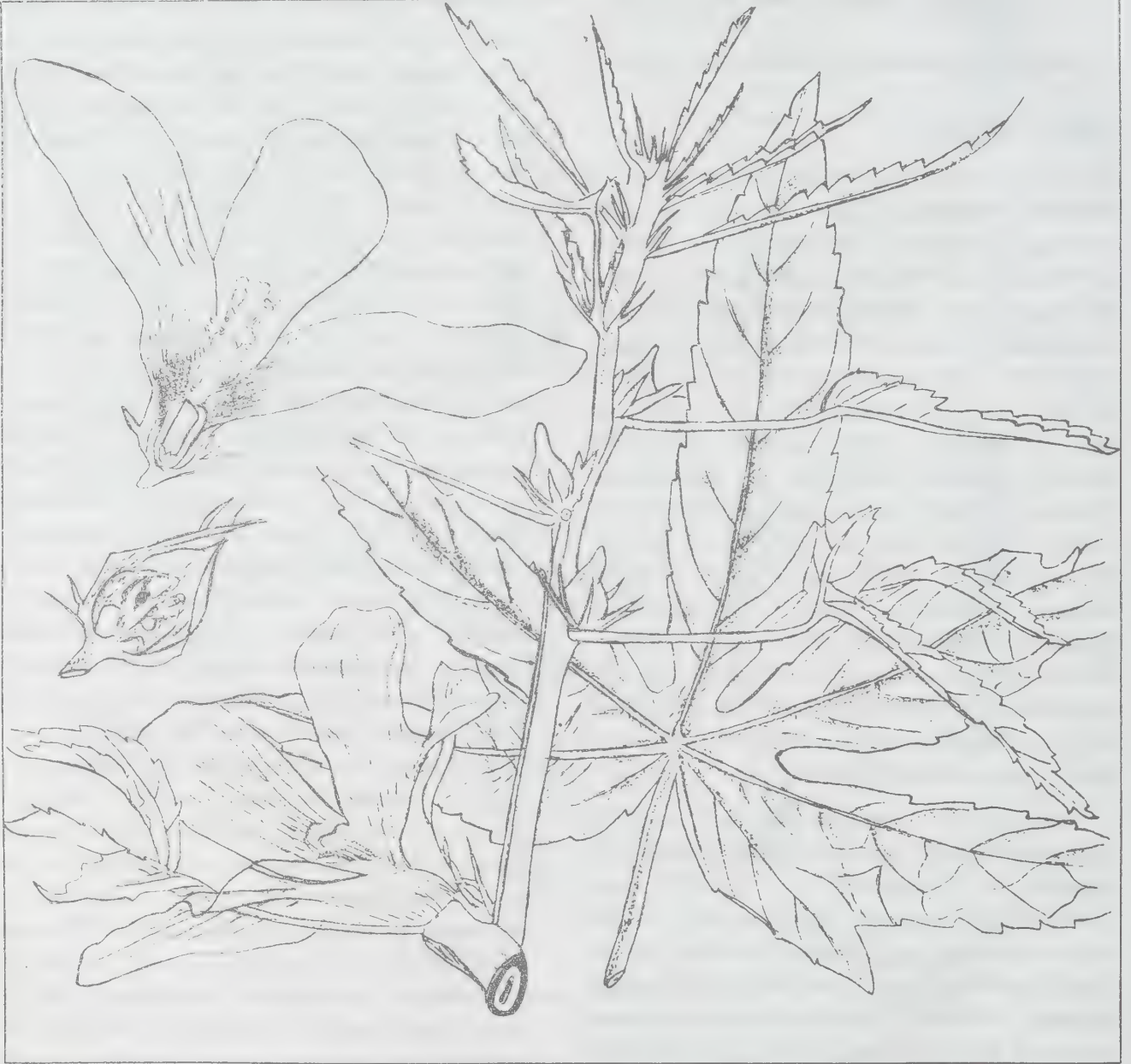
இதன் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன. மழை குறைவாகப் பெய்யும் பகுதிகளில் இதை இறைவைப் பயிராகச் சாகுபடி செய்கின்றனர். இச்செடி சமவெளியிலும் 1 கி.மீ. உயர மலைப்பகுதியிலும் வளரும்.

புளிச்சைக்கீரை ஒரு பருவச்செடியாகும். இதன் ஆணிவேர் ஆழமாகச் செல்லும்; தண்டு கிளைக்காமல் இருக்கும். தண்டின் மீது சிறுசிறு முடி இருக்கும். தண்டு 2.5 - 4 மீ. உயரம் வளரும். இது பச்சை, சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு (purple) நிறமாகவும் அதில் கைவடிவ இலைகளை மாற்றடுக்கத்தில் பெற்றுக் கொள்ளும். இலைகளின் உருவம், வலக்கேற்ப மாறுபடும். தண்டின் அடிப்பகுதியில் நாரின் அளவு மிகுதியாக இருக்கும். சான்றாக 2.5 மீ. உயரமுள்ள செடியில் ஏறக்குறைய 75% நார், அடியிலுள்ள 1.25 மீ. தண்டுப்பகுதியில் இருக்கும். இலைக்காம்பு நீளமாகவும் அதிலுள்ள முடி கையில் குத்தவும் செய்யும். இலையின் காம்புருகு பகுதி இதய வடிவில் இருக்கும். இலைகளில் 5 - 7 கதுப்புகள் (lobes) நீள்துண்ட வடிவிலோ ஈட்டி வடிவிலோ இருக்கும். இலைவிளிம்பு பல்போன்ற (dentate) அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். வளர்ச்சியடைந்த செடியில் தண்டின் மேல் பகுதியில், மலர்கள் தனியாக இலைக் கோணங்களில் தோன்றுகின்றன. பூக்கள் 7 - 10 செ.மீ. குறுக்களவும் சிறிய காம்பும் பெற்றிருக்கும். புறப்புல்லி வட்டம் (epicalyx) 5 - 10 நீண்ட பூக்காம்புச் செதில்களைக் கொண்டிருக்கும். இறுதிவரை நிலைத்திருக்கும். புல்லிவட்டம் முள்போன்று குத்தும். இவற்றின் நடு நரம்பில் சுரப்பிகள் தெளிவாகத் தெரியும். இதன் நுனி ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 5 மெலிந்து பரவி, இளமஞ்சள் நிறத்திலும், அடிப்பகுதி நீலம் கலந்த செந்நிறப் (crimson red) புள்ளியைப் பெற்றுக் கொள்ளும். மகரந்தத் தாள்கள் யாவும் இணைந்து ஒரு கூற்றையாக இருக்கும். இக்கூற்றை, அல்லி இதழ்களுடன் அடிப்பகுதியில் இணைந்திருக்கும். மகரந்தப் பைகளில் ஓர் அறை மட்டுமே இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் சிறுசிறு காம்புகள் மூலம் மகரந்தக் குழலுடன் இணைந்திருக்கின்றன. மகரந்தக் குழல் மீது பல மட்டங்களில் இவை காணப்படலாம். சூலகத்தில் 5 சூலிலைகள் இணைந்த மேல் மட்டச் சூல்பை உண்டு. சூலக அறையின் நடுவில் அச்சு ஒட்டு முறையில் பல சூல்கள் இருக்கின்றன. சூலகத்தண்டு மகரந்தக்குழல் வழியாக வெளிவந்து நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். சூலகமுடி ஐந்தாகப் பிரிந்திருக்கும். கனி உருண்டையான வெடிகனி (capsule) வகையாகும். இது நீளமாகவும் நுனியில் கூர்மையாகவும் இருக்கும். இதன் நீளத்தில் பாதிளவு கூர்முனை மயிருள்ள

புல்லிவட்டம் இருக்கும். இம்மயிர் அரிப்பைக் கொடுக்கக் கூடியது. விதைகள் கணக்கற்று பழுப்பு நிறத்தில் ஆப்பு வடிவத்திலும் கூர்மையான கோணங்களைப் பெற்றும் இருக்கும்.

சாகுபடி முறை. நார் எடுப்பதற்காகப் பயிரிடுவதாக இருப்பின் உெறக்கேடுக்கு 30 - 35 கி.கி. விதைகள்

தேவைப்படுகின்றன. தென்னிந்தியாவில் பருவமழை தொடங்கியதும் ஜூனில் இதனை விதைப்பதுண்டு. தமிழ்நாட்டில் ஏப்ரல் - மே மாதங்களில் விதைப்பது சிறந்தது. கலப்புப் பயிராகக் கேழ்வரகு, சோளத்துடன் 5:1 என்னும் விகிதத்தில் இது விதைக்கப்படுகிறது. பருத்தி, கரும்பு வயல்களில் ஓரக்கால்களில் மே - ஜூலையில் வளர்க்கப்



புளிச்சைக் கீரை செடியும் அதன் பகுதிகளும்



படுகிறது. இப்பயிருக்கு உறக்கேடுக்கு 5 டன் தொழு உரம், 40 கி.கி. தழைச்சத்து, 20 கி.கி. மணிச்சத்து, 20 கி.கி. சாம்பல் சத்து ஆகியன பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. இப்பயிர் 3 - 5 மாதங்களில் அறுவடை செய்யப்படுகிறது. வளர்ச்சிப் பருவம் மிகும்போது விளைச்சல் பெருகுகிறது. நாருக்காகப் பயிரிடப் படும் பயிரின் செடியில் 10 பூக்கள் பூத்திருக்கும்போது செய்ய வேண்டும். இப்பருவத்தில் கிடைக்கும் நார் தரமாக இருக்கும். மேலும் நாரை எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கலாம். விதை உண்டாகிய பின் எடுக்கப்படும் நார் சொரசொரப்பாகவும் பளபளப்புக் குன்றியும் இருக்கும். செடியில் தண்டைத் தரை மட்டத்தில் வெட்டிக் கட்டுகளாகக் கட்டிக்கொண்டு தழையுள்ள மேல்பகுதியை வெட்டி நீக்கிவிட வேண்டும். பின்பு புளிச்சைத் தண்டுக் கட்டுகளை நிலவும் வெப்ப நிலைக்கேற்பவும் அறுவடை செய்யப்பட்ட பருவத்திற் கேற்பவும் 10 - 20 நாள்களுக்கு நீரில் அமிழ்த்திச் சுமை வைத்து மிதக்காமல் ஊற வைக்க வேண்டும். பின்பு மென்மையான பட்டையை உரித்துத் தனித்தெடுத்து நீரில் அடிக்க வேண்டும். இதனால் நாரிழைகள் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. பின்பு நாரிழைகள் நீரில் கழுவிச் சூரிய ஒளியில் உலர்த்த வேண்டும். அறுவடை செய்த செடிகளைக் காய்களுடன் உலர்த்தி மூங்கில் குச்சிகளால் அடித்து விதைகளைத் தனித்தெடுக்கலாம்.

வகை. தண்டின் நிறம், உயரம், இலையின் அளவு, நாரின் அளவு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் இது பல வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. மிகுந்த விளைச்சல் தரும் வகைகள் இந்தியா, கியூபா 2032 என்னும் வகை ஆந்த்ரக்னோஸ் (anthracnose) நோயிற்கு எதிர்ப்புத்திறன் கொண்டுள்ளது. இது ஹைபிஸ்கஸ் டைவெர்சிஃபோலியஸ் (Hibiscus diversifolius) என்னும் வகையுடன் ஒட்டுச் சேர்த்துக் கிடைக்கப் பெற்றதாகும். தாய்லாந்தில் சைனீஸ் கெனாஃப் (chinese kenaf) என்னும் வகை பெரும் பரப்பில் பயிரிடப் படுகிறது. தாய்லாந்தில் இது பொருளாதாரச் சிறப்புடைய பயிராகக் கருதப்படுகிறது. இந்தியாவில் HC 583 என்னும் வகையை ஏப்ரல் மாதத்தில் விதைத்துக் கூடுதல் விளைச்சலும் தரமுள்ள நாரும் பெறப்படுகின்றன.

விதைப் பயிர்ச் சாகுபடி. விதைப் பயிருக்கு இடைவெளி சற்றுக் கூடுதலாகத் தேவை. கனியின் அடியிலுள்ள விதைகள் முதலில் முற்றுகின்றன. நடுவிலுள்ள விதைகள் முற்றியதும் அறுவடை செய்யப்படுகிறது. செடியை அறுவடை செய்து உலர்த்திக் கனிகளைக் குச்சியால் அடித்து விதைகள் அ.க.1b-49அ

சேகரிக்கப்படுகின்றன. சாதாரணமாக ஹெக்டருக்கு 700 - 800 கி.கி. விதைகள் கிடைக்கும்.

நார்த் தயாரித்தல். பெரும்பாலும் புளிச்சைச் செடிகளைத் தரைமட்டத்திற்கருகில் அறுப்பர். 30 - 40 தண்டுகளை அடுக்கிக் கட்டுகளாகக் கட்டிச் சூரிய ஒளியில் உலர விடுவர். பின்பு நுனிப் பகுதியை வெட்டிவிட்டு ஏனைய தண்டுப் பகுதியை வைத்துக் குளத்தில் 2 அல்லது 3 நாள்நாள் நிறுத்தி வைப்பர். பின்பு இவற்றை நீர் மட்டத்திற்குக் கிடையாக அடுக்கி அவை மிதக்காமலிருக்க அவற்றின் மீது மரங்களையோ மரக்கட்டைகளையோ எடையாக வைப்பர். புளிச்சையிலுள்ள நார் தவிர ஏனைய திசுக்கள் மக்கி அழிவதற்கு 6 - 10 நாள்களாகும். நீண்ட நாள்களுக்கு நீரில் ஊற வைத்திருந்தால் நார் கெட்டுத் தரம் குன்றிவிடும். நாரிழைகளும் உறுதி குன்றி அறுந்துவிடும். புறணியின் உட்பகுதியிலிருந்து நார் எடுக்கப்படுகிறது. 1.5 - 3 மீ. நீளமுடைய நார் இழை 12 - 33 மைக்ரோ மீட்டர் விட்டமுள்ளது. நாரில் செல்லுலோசும் லிக்னினும் உள்ளன. நாரைச் சுட்டுப் பொசுக்கினால் கிடைக்கும் சாம்பலில் கால்சியம், மெக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம் முதலியவை உள்ளன.

பூச்சிகளும் நோய்களும். புளிச்சையில் உண்டாகும் நோய்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவை வாடல், வேரழுகல், செர்க்கோஸ்போரா இலைப்புள்ளி, மைரோத்தீசியம் இலைப்புள்ளி, பாக்டீரிய இலைக்கருகல், பாக்டீரிய வாடல், ஆந்த்ரக்னோஸ் முதலியவை.

வாடல். நோயை ஃப்யூசேரியம் ஆக்சிஸ்போரம் என்னும் பூசணம் உண்டாக்குகிறது. இந்நோய் புளிச்சைச் செடியில் மிகுதியாகத் தோன்றுகிறது. இதனால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் வாடிக் காய்ந்துவிடுகின்றன. வேரழுகல் நோய் டேக்ரோபோமினா பேசியோலினா எனப்படும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. வாடல்நோய்ப் பூசணத்துடன் இதுவும் இணைந்து காணப்பட்டால் பேரிழப்பு ஏற்படும். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகளின் வேர்கள் அழுதி, பட்டை சிதைந்திருக்கும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகளின் இலைகள் வாடி வதங்கிக் காய்ந்து, இறுதியில் செடி மடிந்துவிடும். வெள்ளை நிறமான அடித்தண்டுப்பகுதி களைக்கற்ற கருமை நிற பூசண வித்துத் திரள்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை காற்றின் மூலம் பரவுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட வேர்களில் வித்துத்திரள்களை விடச் சற்றுப் பெரிய உருண்டையான எண்ணற்ற கறுப்பு நிற இழை முடிச்சுகளைக் காணலாம். இவை மண் மூலமும் பாசன நீர்

மூலமும் பரவுகின்றன. இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த 1 கி.கி. கார்பெண்டசிம் மருந்தைக் கலந்து விதைக்க வேண்டும்.

**ஆந்தரக்னோஸ் நோய்.** கொல்லிட்டோடிகரைகம் ஹைபிசை (Colletetrichum hibisci) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. பாதிக்கப்பட்ட செடியின் தண்டில் முட்டை வடிவத்தில் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. செடிகள் நுனியிலிருந்து காய்ந்து கொண்டே வருகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட பகுதியை உற்றுநோக்கினால் எண்ணற்ற கருமை நிறப் பூசண வித்துத் திரள்கள் பதிந்துள்ளமையைக் காணலாம். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த மேனெப் (2 கிராம்/1 லி. நீர்) அல்லது தாமிர ஆக்சிக் குளோரைடு (2.5 கிராம்/1 லி. நீர்) மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும். பாக்டீரிய வாடல் நோயைச் சூடோமோனாஸ் சொலான சியாரம் என்னும் பாக்டீரியா உண்டாக்குகிறது. நோயுற்ற செடியிலுள்ள இலைக்காம்புகள் வதங்கியிருக்கும். இலைகள் வாடி இலை நடு நரம்பை ஒட்டிச் சுருண்டிருக்கும். நாளைடவில் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் மடிந்துவிடும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த விதைகளை 55°C வெப்பமுள்ள நீரில் 10 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி உலர்த்திய பின் விதைக்க வேண்டும். போர்டோ மருந்துக் கலவையைத் தெளித்தும் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பாக்டீரிய இலைப்புள்ளிநோய், சூடோமோனாஸ் ஹைபிசை என்னும் பாக்டீரியத்தால் உண்டாகிறது. இது இளஞ்செடிகளின் இலைகளில் முதலில் சிறிய வட்டவடிவக் கறுப்பு நிறப் புள்ளிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இப்புள்ளிகள் நாளைடவில் பெரியனவாகிக் கோண வடிவாக மாறுகின்றன. இப்புள்ளிகளின் ஓரப் பகுதிகள் வெள்ளை கலந்த மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். இவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட செடி இறுதியில் கருமை நிறமாகி மடிந்துவிடுகிறது. பாக்டீரிய வாடல் நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குரிய முறைகளையே கடைப்பிடித்து இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**பயன்.** சணல் பயனாகும் அனைத்துப் பணிகளுக்கும் புளிச்சை நாரும் துணையாகிறது. நாரிழைகளைச் சணலுடன் சேர்த்தும் பயன்படுத்தலாம். பல நாடுகளில் சாக்குப்பை, முறுக்குநூல், மீன்பிடி வலை ஆகியன இதிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. அமெரிக்க நாட்டினர் நாரைப் பிரித்தெடுத்தபின் கிடைக்கும் தக்கைகளைக் கூழாக்கிக் காகிதத்தையும் காகித அட்டைகளையும் செய்கின்றனர். விவசாய விளைபொருள்களை நிரப்பிச் சேமித்து வைக்கவும், முரட்டுக் கம்பளம் தயாரிக்கவும் இது

பயனாகிறது. நார் உரித்த பின் உள்ள தண்டை விறகாக எரிக்கலாம். விதையில் தாதுப்பொருள், கொழுப்பு எண்ணெய், செம்மையற்ற புரதம் ஆகியன உள்ளன. இந்த எண்ணெயைக் கொண்டு சோப்புத் தயாரிக்கலாம். சமையலுக்கும், உராய்வு காப்புப் பொருளாகவும் (lubricant) இதைப் பயன்படுத்தலாம். இந்த எண்ணெயில் கொழுப்பு அமிலங்களாகிய ஒலியிக், லினோலிக், பாமிட்டிக், ஸ்டீரிக் அமிலங்கள் உள்ளன.

விதைகளைக் கால்நடைகளுக்கும் கோழிகளுக்கும் தீவனமாகத் தரலாம். இதனை மனிதர்கள் வறுத்து உண்ணுவதுண்டு. புளிச்சைக்கீரையைச் சமைத்து உண்ண உடல் வெப்பமடையும்; குருதி வளம் பெருகும். இது குருதிச் சீத்பேதியைக் குணமாக்கும். வாதநோய், தொண்டை நோய், மாந்தம், கரப்பான், வீக்கம், இருமல், வயிற்றுப் பொருமலைப் போக்கும். கீரையை உண்டுவிட விந்து கெட்டியடையும். புணர்ச்சியில் விருப்பம் உண்டாகும், வியர்வையால் உண்டாகும் துர்நாற்றத்தைப் போக்கும். இலைச்சாரை உட்கொண்டால் இருமல் குணமாகும் என்பதால் கம்போடிய மக்கள் இதைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இலையை இடித்துப் பெருங்கட்டிக்கு வைத்துக் கட்டலாம். இச்செடியின் பூச்சாற்றுடன் மிளகு, சர்க்கரை கலந்து தரப் பித்த நோய், செரியாமை, வாந்தி, காதுவலி போகும். விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயை அடிபட்ட ஊமைக் காயத்திற்குத் தடவிவர வலி நீங்கும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புளியம் பாசி

இது நீரில் வாழும் பச்சையம் கொண்ட பாசி இனத்தைச் சார்ந்தது. இதன் அமைப்பையும் ஆண் கருவூலகம் பெண் சூலகத்தின் விரிவான தன்மையையும் பொறுத்து இது பசும்பாசி வகைகளில் தனிச்சிறப்புப் பெற்றுள்ளது. புளியம் பாசியை இரு சிறு குடும்பங்களாகப் பிரித்துள்ளனர். நைட்டல்லியே என்னும் சிறு குடும்பத்தில் நைடெல்லா டோலிபெல்லா என்னும் இரு பேரினங்கள் உண்டு. காரியே என்னும் சிறு குடும்பத்தில் கேரா, நைடெல்லாப்ஸிஸ் லாம்பிரேதாமனியம், புரோட்டோகாரா என்னும் பேரினங்கள் உண்டு. நைடெல்லியே குடும்பத்தின் தண்டுகள் நடு செல் சுற்றிய புறணிசுவர் (cortication) இல்லாதவை. மேலும் சூலகம் உள்ள கிளைகள் இரண்டாகக் கிளைத்திருக்கும்.



காரியே (chareae) பிரிவின் தண்டின் நடுச்செதில்களைச் சுற்றி சுற்றுப் புறணிச் செல்கள் அமைந்திருக்கும். ஒரு சில இனங்களில் இவை கிடையாது. கிளைகள் நைட்டெல்லியே போன்று கிளைத்திரா.



1. பாசிக் கிளை 2. கிளையின் சிறு பகுதி பெரிதாகக் காட்டியிருப் பது கணுக்களும் கணு விடைகளும்

## கோரா

புளியம் பாசி உலகின் பல பகுதிகளிலும் வளர்கிறது. இது பல சிற்றினங்களாகக் கூடி இருக்கக்கூடியது. பொதுவாக நன்னீர் உள்ள குளம் குட்டைகளிலேயே இது வளரும். சில உவர் நீரிலும் வளரக்கூடியவை. சில பால்டிக் கடல் நீரிலும் வளர்வதும் அறியப்பட்டுள்ளது. பொதுவாகக் குளங்களில் இருக்கும் தூய்மையைப் புளியம் பாசியைக் கொண்டே அறிந்து கொள்ள முடியும். நீரில் அழுக்குச் சேர்ந்தால் புளியம்பாசி அதில் வளர்வதில்லை. குளம் குட்டைகளில் நீர் வற்றும்போது புளியம்பாசியில் பாலினப்பெருக்கம் நடைபெறும். இது ஆகஸ்ட் முதல் மார்ச் வரை நன்கு வளர்கிறது. கோடைக்காலத்தில் உலர்ந்துவிடுகிறது. வட இந்தியாவில் குளிர் காலமான நவம்பரில் - பிப்ரவரியில் இது நன்கு வளர்கிறது.

புளியம்பாசியின் தண்டுகளும், கருவூலங்களும் விரிவான பாகம் கொண்டவை. ஆண் சூலகமும் காணப்படுகின்றன. புளியம்பாசியின் தண்டில் கணுவும் கணு இடைப்பட்ட தண்டும் மாறிமாறி அமைந்திருக்கும். கணு இடைப்பட்ட தண்டின் ஒரு செல்லால் ஆனது. இந்தச் செல் ஒரு சில இனங்களில் 25 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும்.

செல்லின் உள் பசுங்கனிகம் சைட்டோப்பிளாசத்தில் காணப்படுகிறது. புரோட்டோப்பிளாசத்தின் சுழற்சியை இந்தச் செல்களில் நன்கு காண முடியும். காரா போன்ற பேரினங்களில் நீண்ட அச்சச் செல்லைச் சுற்றிப் புறணிச் (cortical) செல்கள் உண்டு. இந்தச் செல்கள் கீழ்க்கணுவில் இருந்து முளைத்து அச்சச் செல்லோடு ஒட்டி மேல் நோக்கி வளரும். ஒவ்வோர் இடைக் கணுவிலும் மேலும் கீழுமாக இரண்டு செல் சேர்ந்து புறணிச் செல் சுவரைக் கொடுக்கும். நைட்டெல்லா போன்ற புளியம் பாசியில் புறணிச் செல்கள் கிடையாது. கணுவில் இருந்து கிளைகள் உண்டாகின்றன. கிளையும் மையத் தண்டின் அமைப்பில் இருக்கும். மேலும் நீண்ட சிறிய செதில்கள் கணுவில் இருந்து உண்டாகும்.

தண்டின் வளர்ச்சி தண்டு நுனியில் உள்ள செல் பிரிவதால் வளர்கிறது. செதில்கள் ஒரு செல்லால் ஆனவை. செதில் செல்லின் நுனி இரண்டாக நைட்டெல்லாவில் பிரிந்திருக்கும். ஆண் சூலகமும் பெண் சூலகமும் ஒரே கிளையில் பக்கவாட்டில் உண்டாகின்றன. கணுவின் கிளைச்செல்கள் உண்டாவதின் மாற்றமே சூலகங்கள். காராவில் பெண் சூலகம் கணுவின் பக்கவாட்டில் மேலாகவும், கீழாகவும் அமைந்திருக்கும். சூலகத்தின் அடியில் ஒரு செல்லால் ஆன இரண்டு செதில்கள் அமைந்திருக்கும். நைட்டெல்லாவில் ஆண் சூலகம் கணுவின் பக்கவாட்டில் மேலாகவும் பெண் சூலகம் கீழாகவும் அமைந்திருக்கும்.

செதில் செல்கள் கிளைத்தோ கிளைக்காமலோ இரண்டு செல்களால் ஆனவை. நுனியில் உள்ள செதில் செல் சிறியதாயும் ஊசி போன்ற நுனி உடையதாயும் இருக்கும். சூலகத்தின் வெளியில் சுற்றுச்சுவர் முறுக்கிய வடிவில் அமைந்திருக்கிறது. சூலகத்தின் நுனியில் ஐந்து செல்கள் கிரீடம் போல் காராவில் அமைந்துள்ளன. நைட்டெல்லாவில் நுனியில் பத்துச் செல்கள் கிரீடம் போல் அமைந்துள்ளது. இவற்றில் ஐந்து மேலும் ஏனைய ஐந்து கீழும் உள்ளன. பெண் சூலகத்திற்குக் காம்பு ஒரு செல்லால் ஆனது. பெண் கருசூலகம் கணுவில் உண்டாகும் மூன்றாம் கிளைக்குச் சமமாகும். பொதுவாக இரண்டாம் கிளையில் இது அமைந்திருக்கிறது. ஆண் சூலகம் உருண்டை வடிவானது. இது தண்டில் இரண்டாம் கிளையில் இருந்து உண்டாகிறது. பொதுவாக இதன் பகுதிகள் 24 செல்லால் ஆனவை. இது ஒரு செல்லால் ஆன தண்டின் மேல் உருண்டை வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். இதன் வெளிச்சுவர் 8 கவசச் செல்லால் ஆனதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு கவசச் செல்லும் அடுத்த செல்லுடன் நன்கு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

ஆண் சூலகத்தினுள் காம்புச்செல்லின் ஒவ்வொன்றின் நடுவில் இருந்து 8 தண்டு போன்ற செல்கள் உள்நோக்கி வளர்ந்திருக்கும். இதன் நுனியில் காபிடுலம் முதல் நிலையும், அதிலிருந்து இரண்டாம் நிலைக் காபிடுலங்களும் தோன்றுகின்றன. இரண்டாம் நிலைக் காபிடுலத்திலிருந்து காமிட்டை கொடுக்கும் இழைகள் உண்டாகின்றன. ஒரு சில இனங்களில் கவசச் செல்கள், மான்யுபிரியம் காபிடுலம் முதலானவை எண்ணிக்கையில் எட்டிற்குப் பதிலாக நான்காக இருப்பதும் உண்டு. முதிர்ந்த ஆண் சூலகத்திலிருந்து வெளிப்படும் காமிட்டுகள் நீண்டு இரண்டு இழைகளைக் (flagella) கொண்டிருக்கும். காமிட்டுகள் பெண் சூலகத்தில் அதன் தலையில் உள்ள கிரீட்ச் செல்லின் இடையில் உள்ள வழியில் நுழைந்து உள்ளிருக்கும் முட்டையுடன் சேர்ந்து கருவுறச் செய்கின்றன. கருவுற்ற முட்டை முளைக்கும் காலத்தில் முதலில் அதிலிருந்து தோன்றும் பாசியைப் புரோட்டாநீமா என்று அழைப்பர்.

ஒரு சில சாரார் அதை பிரயோபைட்டுடன் ஒப்பிடுவதற்குப் பயன்படுத்துவர். இது தவிர பாலிலா இனப்பெருக்கத்தில் அமைலம், விண்மீன் போன்ற உறுப்புகளையும் தரும். இவற்றிலிருந்து புல்பில்களும் (bulbi) உண்டாகும். பூச்சியைக் கொல்லும் தன்மையும் புளியம்பாசிக்கு இருப்பதாக ஒரு சாரார் கருதுகின்றனர். பசுந்தாள் உரமாகவும், நீர்ப் பறவைகளின் உணவாகவும் ஒரு சில இடங்களில் இது பயன்படுகிறது. தாவரவியல் ஆராய்ச்சியில் செல்லின் குணங்களை அறியப் புளியம்பாசி துணை புரிகிறது.

சி. கிருஷ்ணன்

துணைநூல். B.P. Pal & et.al., *Charophyta*, KAR Publication, New Delhi, 1960.

## புளிய மரம்

இதற்கு அமிலம், சிந்தூரம், சிந்தகம், சஞ்சீவகரணி போன்ற பெயர்களும் உண்டு. இம்மரத்தின் தாவரவியல் பெயர் டேமரிண்டஸ் இண்டிகா (*Tamarindus Indica*) என்பதாகும். இதன் தாயகம் இந்தியா என்று முன்பு கருதப்பட்டது. ஆனால் இம்மரத்தின் தாயகம் வெப்ப மண்டல ஆப்பிரிக்காவாக இருக்கும் எனத் தற்போது கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

வளரியல்பு. இம்மரம் காடுகளில் தானாக வளரும். சாலை ஓரங்களில் இம்மரத்தை வளர்ப்பதும் உண்டு. ஆனால்

தென்னை, மா, பலா, முந்திரி போன்ற மரங்களைப் போல் இம்மரத்தைப் பெரும் எண்ணிக்கையில் வளர்ப்பதில்லை. தோட்டநிலங்கள், வறட்சியான பகுதிகள், மானாவாரி நிலங்கள், வேலி ஓரங்களில் இதனை விரும்பி வளர்க்கின்றனர். புளியமரம் பெரும்பாலும் நட்ட 12 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரே காய்த்துப் பயன்தரத் தொடங்குகிறது. இது 100 ஆண்டுகளுக்கு மேலும் வாழும். சில காடுகளில் புளியமரங்கள் தோப்பாக வளர்ந்திருக்கும். உத்திரப்பிரதேச மாநிலத்தின் கிழக்குப் பகுதி பீகார், ஒரிஸ்ஸா, மத்தியப்பிரதேசம், மஹாராஷ்டிரா மாநிலங்களிலும் புளியமரம் வளர்க்கப்படுகிறது.

புளியமரம் 25 மீ. உயரம் வளரும். 8 - 10 மீ. சுற்றளவைக் கொண்டிருக்கும் இம்மரம் உறுதியானது. இதன் பக்கக் கிளைகள் பரவிக்காணப்படும். இவை எளிதில் முறிவதில்லை. தண்டில் ஏறக்குறைய 2 - 3 மீ. உயரத்திற்கு மேல் கிளைகள் தோன்றுகின்றன. மரப்பட்டை 1.25 செ.மீ. தடிப்பானது. இது கருஞ்சாம்பல் நிறமாகப் பொருக்குப் பொருக்காகக் காணப்படும். முது மரங்களின் நடுவில் வைரத்தின் விட்டம் சிறிதளவே இருக்கும். வைரக்கட்டை கருஞ்சிவப்பும் பழுப்பும் கலந்த நிறமானது. இளமரத்தின் தண்டு நேராகவும், அழகாகவும் இருக்கும். முதிர்ந்த மரத்தண்டு முண்டு முடிச்சுடனிருக்கும். இரட்டைச்சிறகு கூட்டிலைகள் மாற்றொழுங்கில் அமைந்திருக்கும். சிற்றிலைகள் 20 - 40 என எதிரொழுங்கில் பொருந்தியிருக்கும். இவை நீள்சதுர வடிவானவை. மிகச் சிறிய இலையடிச் செதில்கள் விரைவில் உதிரும் தன்மை கொண்டவை. பூக்கள் அடர்த்தி இல்லாத ரெசீம் மஞ்சரியாக கிளைகளின் நுனியில் உண்டாகி யிருக்கும். அரும்புகள், அழகான சிவப்பு நிறமானவை. பூக்காம்புச் செதில்களும், சிற்றிலைகளும் செந்நிறமானவை. புல்லி இதழ் கிண்ணத்தில் 4. பிரிவுகள் இருக்கும். இவை மஞ்சள் நிறமானவை. இவற்றில் செந்நிறமான வரிகள் மிக நுட்பமாகவும் அழகாகவும் காணப்படும். இவற்றில் இரண்டு விரித்த இறக்கைகள் போலச் சிறிது பின்புறம் வளைந்திருக்கும். எஞ்சிய இரண்டு அல்லி இதழ்கள் பூவின் கீழ்ப்பகுதியில் சுணை போன்ற நீட்சியாக மாறியிருக்கும். மகரந்தத்தாள்களில் 3 மட்டுமே வளைமுடையவை. ஒரு சூலிலை, சூல்பையில் இருக்கும் சூலகத்தண்டு மெலிந்து வளைந்திருக்கும். சூலகமுடி தலை போன்று சற்றே உருண்டிருக்கும். சூல்கள் விளிம்பு ஒட்டுமுறையில் அமைந்துள்ளன. கோணலான கனி நீள் சதுர வடிவாகவோ நீண்டதாகவோ காணப்படும். தடித்த பொருக்குப் போன்ற கனி ஓட்டில் சதையான கனி



நடுச்சுவர் இருக்கும். இதுவே உணவுப் பொருளாகப் பயன்படும் புளியாகும். இதில் மேற்புறத்தில் காற்றுக்குழாய், முடிச்ச வலைபோலப் பிரிந்து காணப்படும். உள்ளே கனிச்சுவர் உள்ளதற்கு சவ்வுப் போல விதையைப் போர்த்தியிருக்கும். இதனால் ஒவ்வொரு விதையும் ஓர் உறைக்குள் இட்டதுபோல் தோற்றமளிக்கும். ஒரு கனியில் 1 - 12 பெரிய விதைகள் உண்டாகியிருக்கும். இவை

நீள்வட்டம் அல்லது வட்டமாகப் பக்கத்துக்குப் பக்கம் அழுந்தியிருக்கும். கருஞ்சிவப்பு நிறமான பளபளப்பான கெட்டியான தோல் இதற்குண்டு. முளைகூழ் தசை இருப்பதில்லை. இரண்டு வெண்ணிற விதையிலைகள் உண்டு. புளியமரத்தில் கனிகள் ஜனவரி - மார்ச் மாதங்களில் உண்டாகின்றன. அப்போது இலைகள் உதிர்ந்து உடனே தளிர்கள் உண்டாகிவிடும்.



புளியமரம் (Tamarindus indica)

வளரியல்பு. மரத்திலேயே பழுத்த கனியிலிருந்து விதைகளைச் சேகரித்தல் வேண்டும். இவற்றைக் கையால் எடுத்து நிறுவில் உலர்த்த வேண்டும். விதைகளை நேரடியாகவோ நாற்றுத் தயாரித்தோ நடலாம். நீரில் ஊறவைத்த விதைகள் ஒரு வாரத்தில் முளைக்கும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 1000 மீ. உயரமுள்ள பகுதிகளில் இது நன்கு வளர்கிறது. புளியமரம் பனியைத் தாங்கி வளரும் இயல்புடையது. இதன் வளர்ச்சி 45°C வெப்பநிலையிலும் நன்றாக இருக்கும். மழையளவு 750 - 12000 மி.மீ. இருத்தல் நல்லது. 125 மி.மீ. இருந்தாலும் வளர்க்கலாம். அனைத்து நிலங்களிலும் வளரும். ஆனால் வண்டல்மண், செம்மண் நிலப்பகுதிகளில் நன்றாக வளர்ந்து பயன் தருகிறது. விதைகளை அகல வாயமைப்பு உள்ள மண்தொட்டியில் ஊன்றியோ பாலீத்தீன் பைகளில் ஊன்றியோ நாற்றுகளைத் தயாரிக்கலாம். விதை ஊன்றியபின் நாள்தோறும் இரண்டு வேளை நீர் ஊற்றி வரவேண்டும். ஏறக்குறைய 3 - 4 மாத வயதுடைய 30 செ.மீ. உயரமுள்ள நாற்றுகளையே நடுவதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஆறுமாத வயதுடைய கன்றுகளையும் பயன்படுத்துவதுண்டு. 5 X 5 மீ. இடைவெளி விட்டு 1 மீ. X 1 மீ. X 1 மீ. அளவுள்ள குழிகளைத் தோண்ட வேண்டும். குழியில் தொழு உரம் சூப்பர் பாஸ்பேட்டையும் மண்ணுடன் கலந்து புளியம் கன்றுகளை நடவேண்டும். பாலீத்தீன் பைகளை கிழித்துவிட்டு மண்ணோடு நடவேண்டும். இந்த மண் உடையாமல் நட்டுப் பின்பு சுற்றிலும் மண்ணைத் தள்ளி காலால் மிதித்து அழுத்தி விடவேண்டும். நட்ட மூன்றாண்டுகள் வரை நீர் ஊற்றியும் களை எடுத்துப் பாதுகாத்து வருதல் வேண்டும். ஒவ்வோர் ஆண்டும் தொழு உரம் இடலாம். கன்றுடன் நட்ட 6ஆம் ஆண்டில் காய்க்கத் தொடங்கும். ஆனால் சிறந்த விளைச்சல் நட்ட 15 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரே கிடைக்கும். கன்றுகளை நட்ட 10 - 12 ஆண்டுகளில் உறக்கேடுக்கு 15 டன் புளியைப் பெறலாம். ஒவ்வொரு மரமும் ஆண்டொன்றுக்கு 150 - 250 கி.கி. புளியைத் தரும். புளியமரம் ஓராண்டு நல்ல காய்ப்பும் மறு ஆண்டு குறைந்த காய்ப்பும் தரும் தன்மையுள்ளது.

பயன். புளியமரத்தின் இலை, பூ, பிஞ்சு, பழம், ஓடு, விதை, பருப்பு, மரம் முதலியவை நன்கு பயனாகின்றன. புளியமரம் உறுதியானது. மரவேலை செய்யக் கடினமானது. சக்கரம், கொட்டாப்புளி, உலக்கை, செக்கு, உரல் கரும் பலகை முதலியவற்றைச் செய்ய இது பயன்படுகிறது. கடைசல் பணிகளுக்கும் இது உதவுகிறது. கரையானால் எளிதில் தாக்கப்படாத இம்மரத்தைக் கொண்டு வேளாண் கருவிகள் செய்யப் 1 கி.கி. மென்மரக்கட்டையின்

எரிதிறன் 4909 கிலோ கலோரி ஆகும். 1கி.கி. வைரக் கட்டையின் எரிதிறன் 4969 கிலோ கலோரி ஆகும். புளியமரத்தைப் பிளந்து விறகாக எரிக்கலாம். நீண்ட நேரம் எரியும். தணலும் நீண்ட நேரம் இருக்கும். மரக்கிளைகளை வெட்டித் துண்டுகளாக்கிக் கரி தயாரிக்கலாம். மரம் செங்கல் காவாய்களுக்குச் சிறந்த எரிபொருளாக அமைந்துள்ளது. துப்பாக்கிக்கு உரிய வெடிமருந்துத் தயாரிப்பில் இக்கரி பயனாகிறது. மரப்பட்டையில் 7% டேனின் உள்ளது. இதனைத் தோல் பதனிடுதல் தொழிலில் பயன்படுத்தலாம். பட்டையிலிருந்து கோந்து வடியும். புளிய மரத்தை காற்றுத் தடைக்காக வளர்க்கலாம். இதனை வளர்த்தால் மண் அரிப்பு உண்டாகாது.

புளியை ஊறவைத்துச் சாறு தயாரிப்பது போன்று புளியங்கொழுந்துகளை உலர்த்தி ஊறவைத்துச் சாறெடுப்பர். கொழுந்துடன் துவரம் பருப்பு அல்லது பாசிப்பருப்பு அல்லது தட்டைப்பயிரின் பருப்பைச் சேர்த்து உண்ணலாம். இதனைக் கால்நடைகள் தின்கின்றன. இதனைப் பசுந்தழையுரமாகவும் பயன்படுத்தலாம். இலையில் விட்டேக்கின் ஐசோ விட்டெக்கின், ஓரியன்டின், ஐசோ ஓரியன்டின், டார்டாரிக் அமிலம், மேலிக் அமிலம் முதலியவை உள்ளன. இது உடலில் வெப்பத்தை உண்டாக்கும்.

புளியம் இலையைக் கொண்டு பட்டுத்துணிகளுக்குப் பச்சை நிறச் சாயம் தோய்க்கலாம். புளியம் இலையுடன் அவுரி நீலத்தைச் சேர்த்தால் மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு நிறம் கிடைக்கும். வீக்கம் கரையப் புளிய இலையை வதக்கிச் சூடு பொறுக்குமளவில் ஒற்றடம் கொடுத்தபின் கட்டுவதுண்டு. அவித்த இலையைக் கை, கால்களிலுள்ள வீக்கங்களின் மேல் கட்டிவிட்டால் வீக்கம் வடியும். இலையை நசுக்கி நீர் விட்டுக் கொதிக்கவைத்து நீர்வாயு, வீக்கங்களின் மீது பற்றிட வலி தணியும். புளியம் இலை, வேப்பிலை ஆகியவற்றைச் சம அளவில் எடுத்து நீர் சேர்த்துக் காய்ச்சி அந்நீரை கொண்டு புண்களைக் கழுவ ஆறாத புண்கள் விரைவில் குணமாகும்.

பூக்களைச் சமைத்து உண்ணலாம். பூக்களிலிருந்து சேகரிக்கப்படும் தேன் பொன் மஞ்சளாகவும், சற்றுப் புளிப்பாகவும் இருக்கும். புளியம்பூவுடன் காரம் உப்பு சேர்த்து உண்ண நீர்க்கடுப்பு, மூலச்சூடு, சீதபேதி, வெப்ப வயிற்றுப் போக்கு போன்ற நோய்கள் தீரும். புளியம்பூவினால் அழல் குற்றம், சுவையின்மை வாந்தி போகும். பூவைச் சிறிது நெய்விட்டு வதக்கி உண்ணலாம். பூக்களை நசுக்கி நீர் விட்டுக் கொதிக்க வைத்துக் கண்ணைச் சுற்றிப் பூசிவரக் கண் சிவப்பு மாறும்.



புளியம்பிஞ்சுகளை மிகுதியாக உண்ணப் புளியேப்பப் வரும். பிஞ்சில் கொட்டை இராது. அவ்வாறு இருந்தால் மிகச் சிறிய பருப்பாக இருக்கும். புளியம்பிஞ்சின் மேல் தோலை சீவி விட்டு உண்ணலாம். சிலர் உணவு பண்டங்களுடன் சேர்த்து சமைப்பர். இதன் பிஞ்சுகளைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக்கி உப்பில் ஊறவைத்து உண்பதுண்டு. புளியம்பிஞ்சுகளை உலர்த்திச் சேமித்து வைத்து கொண்டு தேவையானபோது அரைத்துப் பயன்படுத்தலாம். புளியம்பிஞ்சு பசியின்மையையும் பித்தத்தையும், களைப்பையும் போக்கும். தாகத்தைத் தணிக்கும். புளியம்பழங்களின் சுவை மரத்தின் வகைக்கு ஏற்பவும், விளையும் நிலப்பகுதிக்கு ஏற்பவும் இனிப்பாகவோ புளிப்பாகவோ இருக்கும். பழுத்த பழங்கள் பெருங்காற்றால் விழுந்துவிடும்.

புளி விதைப்பொடியைத் துணித் தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்துவர். ஜாம், ஜெல்லி, மார்க்லேட் முதலிய வற்றிற்குரிய ஜெல்லோஸ் (Jello) தயாரிக்க இது உதவுகிறது. விதை புரதம் நிறைந்தது. இப்புரதத்தில் புரோலமின், குளுட்டெலின், ஆல்புமின் ஆகியவை உள்ளன. விதை எண்ணெயைக் கொண்டு வர்ணங்கள் வார்னிஷ் இவற்றைத் தயாரிக்கலாம். விளக்கு எரிக்கலாம். புளியம்பருப்பிலிருந்து தயாரித்த பசையைக் கொண்டு பலகைகள் ஒட்டப்படுகின்றன. சிமெண்டைப்போல இது கெட்டியாக ஒட்டும். கசப்பான விதைத்தோல் வயிற்றுப்போக்கு, வயிற்றுக் கடுப்பைப் போக்கும். விதையிலிருந்து அரைத்த பசையைக் கொப்புளங்களுக்குத் தடவலாம். கொட்டையினால் கழிச்சல், புண், நீர்க்கடுப்பு, வெள்ளை ஆகியவை போகும். புளியம்பருப்பை நீரில் ஊற வைத்துச் சோளம், பாசிப்பயிறு ஆகியவற்றுடன் கலந்து வேகவைத்து உண்பதுண்டு. இதனை மாவாக்கி கிலரி ரொட்டி செய்வதுண்டு.

புளியைக் கொண்டு பித்தளை, செம்புப் பாத்திரங்களையும், இசைக்கருவிகளையும் துலக்கினால் அழுக்கு நீங்கிப் பளபளப்பான தோற்றம்கிட்டும். வெள்ளி நகை, பாத்திரங்கள் ஆகியவற்றிற்கும் வணிகர்கள் புளியைப் பயன்படுத்துவர்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## புளுட்டான்

புவி பல்வேறுபட்ட பாறைகள், கனிமங்கள், நீர், வளிமம் ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். பாறைகள் முதலில் உருவாகி இறுகிய பின்னர் மீண்டும் பாறைக் குழம்பால் புதிய

பாறைகளும் உருவாகி இறுகியமையால் புவியின் மேற்பகுதி உறுதியாக அமைந்துள்ளது. புவியின் மேற்பகுதி உறுதியாக இருந்தாலும், அதன் கீழ்ப்பகுதி புவியின் உள்ளுறை வெப்பத்தால் பாறைக்குழம்பு கனன்று கொண்டிருக்கும் போது பொதுவாகக் குளிர்ந்து இறுகிவிடுகிறது. புவியின் மேற்பகுதி இறுக்கமாக இருப்பதால் பாறைக் குழம்பு மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள பாறைகளின் பிளவுகளில் ஊடுருவிய பாறைகளே புளுட்டான் எனப்படும்.

புளுட்டானுக்குக் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் உருவமோ, குறிப்பிட்ட அளவோ கிடையாது. பாறைக் குழம்பின் வேகத்தையும், அதன் பாகுதன்மையையும் பொறுத்துப் பெரிய அளவிலும், சிறிய அளவிலும் உருவாகி இறுகிவிடுகிறது. இது பல்வேறு நீள அகலங்களில் அமையலாம். புளுட்டான் உருவாகி இறும் விதத்தைப் பொறுத்து அதைப் பல்வேறு வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

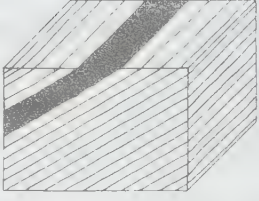
முழைப்பாறை (dyke), படல்பாறை (sill), தொப்பிப் பாறை (laccolith), படகுப்பாறை (lopolith), நிறைவுப் பாறை (batholith), அகமுகப்பாறை (phacolith), மணிப் பாறை (boss) என்பன.

பொதுவாகப் புளுட்டான் பாறைகள் நுண்துகள்களாகக் காணப்படும். பாறைக்குழம்பிலிருந்து உருவாகி அதன் குளிரும் தன்மையைப் பொறுத்து, அதன் உருவ அமைப்பின் படிக்கத்துகள்கள் சிறியனவாகவோ, பெரியனவாகவோ அமைகின்றன.

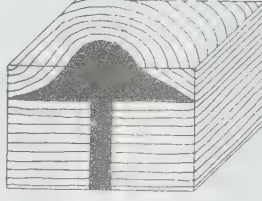
பாறைகள் - புளுட்டான்கள் உருவாவதையும், உள்அமைப்பையும் பொறுத்து இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மடிப்புகள் அல்லாத தளர்வான	நெருக்கமாக மடிப்புகள்
பகுதிகளில் உள்ள	நிறைந்த பகுதிகளில்
புளுட்டான்கள்	உள்ள புளுட்டான்கள்

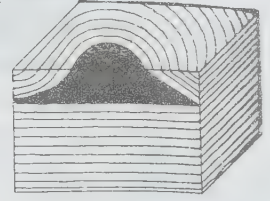
ஒத்தமைந்த	படல்பாறை	அகமுகப்பாறை
புளுட்டான்	தொப்பிப்பாறை	நிறைவுப்பாறை
(concordant)	படகுப்பாறை	
ஒவ்வாத	முழைப்பாறை	ஒவ்வாத
புளுட்டான்		நிறைவுப் பாறை
(discordant)	வட்ட முழைப்பாறை	மணிப்பாறை
	எரிமலைக் கழுத்து	விளிம்புப்பாறை



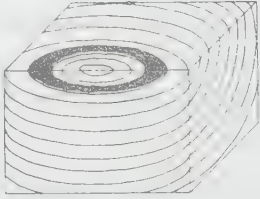
படலப்பாறை



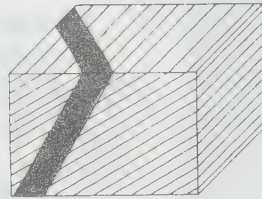
தொப்பிப்பாறை



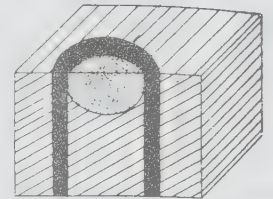
தொப்பிப்பாறை



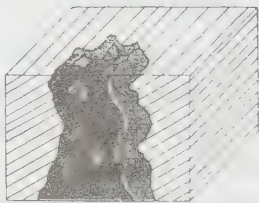
படகுப்பாறை



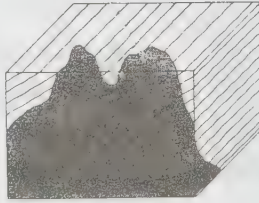
முழைப் பாறை



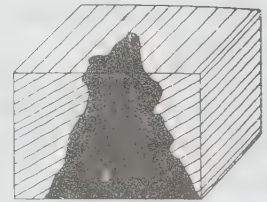
வட்ட முழைப்பாறை



எரிமலைக் கழுத்து



நிறைவுப்பாறை



விளிம்புப்பாறை

புனட்டான் பாறைகளின் பல்வேறு அமைப்பு



**படலப்பாறை.** இவ்வகைப் புளுட்டான் அதன் மற்றப் பாறைகள் அமைந்துள்ள தளத்திற்கு இணையாக ஊடுருவி அமையும். இது அதற்கு அருகில் உள்ள பாறைகளைவிடப் புதியதாக இருக்கும். இந்தப் படலப்பாறை படுக்கை நிலையிலும், படலப்பாறையின் போக்கிலேயே மறு முறை உருவாகலாம். இதை ஒரு ஒத்த படலப்பாறை (multiple sill) எனவும், இருவேறு பாறைக்குழம்பால் உருவான படலப்பாறை (composite sill) வேறுபட்ட படலப்பாறை என்றும் குறிப்பிடலாம்.

**தொப்பிப்பாறை (Lacolith).** இதுவும் ஊடுருவிய பாறை வகையாகும். மிகுந்த பாகுத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளமையால் மேற்பரப்பை அப்படியே தூக்கும் போது குளிர்ந்து இறுகிவிடுகிறது. எ-டு: உட்டா என்னுமிடத்தில் அமைந்துள்ள ஹென்றி மலை.

**படகுப்பாறை.** இறுகிய பாறைகளில் உள்ள பிளவுகளில் ஊடுருவுதன் மூலம் மேற்பரப்பு பாதி உருகிய நிலையில் இளகி அதன் கெட்டித்தன்மை இழந்து இந்நிலையை அடைகிறது. இது மேற்பரப்பின் கீழ் மிகுதியாக அமையலாம்.

**முழைப்பாறை.** பழைய இறுகிய பாறைகளின் இடையில் உள்ள பிளவுகளில் ஊடுருவி அமையும் பாறை, முழைப்பாறை எனப்படும். இது சாதாரண முழைப்பாறை, குவி முழைப்பாறை எனவும் பகுக்கப்படும். இவ்வாறு அமைகின்ற ஊடுருவும் பாறைகள் பல அளவுகளில் அமையலாம். பழைய இறுகிய பாறைகளுக்கு நேர்குத்தாக உருவாகி அமைவதே இதன் தனிச்சிறப்பாகும்.

**அகமுகப்பாறை.** காலப்போக்கில் இறுகிய பாறை மிகவும் இறுக்கமாக அமைந்திருக்கும் காரணத்தால் ஊடுருவும் இயல்பைக் கொண்டுள்ளமையால் நேர்தளத்தில் அமைய முடியாமல், வளைந்து வளைந்து அகமுகப் பாறைகளாகக் காணப்படுகிறது.

**நிறைவுப்பாறை.** ஊடுருவும் பாறைகளிலேயே மிகவும் பெரியதாக இது புவியின் மேற்பரப்பை அடுத்து இறுகி அமைகிறது. புவியின் உட்பகுதியில் உள்ள பாறைக்குழம்பு அழுத்தத்தால் மேல் நோக்கித் தள்ளப்படும்போது புவியின் இறுகிய மேற்பரப்புக்கிடையே குளிர்ந்து இறுகிவிடுகிறது. இச்சமயத்தில் புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள பாறைகளும் உருகி அதனுடன் இணைந்து மீண்டும் இறுகிப் புதிய பாறைகளாகி விடலாம் அல்லது உருகாத நிலையிலும் காணப்படலாம். இதனைத் தொங்கு பாறை என்பர். இப் பெரிய பாறைக்குழம்பின் விளிம்புகள் உள்ள இடங்கள்

விளிம்புப்பாறை எனவும், ஆங்காங்கே உருகி மீண்டும் இறுகிவிடும் பாறைகள் மணிப்பாறை எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

சு. சுதர்சனம்

## புளுட்டோ

சூரிய மண்டலத்தின் விளிம்பில் இயங்கும் ஒன்பதாம்கோள் புளுட்டோ. கி.பி.1930ஆம் ஆண்டில் கிளைடி டாம்பாக் எனும் வானியலரால் கண்டுணர்த்தப்பெற்று இக்கோள் - சூரியனிலிருந்து பெரும அளவாக 39.53 வானியல் அலகு (591 கோடி கி.மீ.) தொலைவில் நீள்வட்டத்தில் சுற்றி வருகிறது.

சூரிய அண்மை நிலையில் (perihelion) அதாவது சூரியனிலிருந்து 30 வானியல் அலகு (astronomical unit) தொகுதியில் இக்கோள் நெப்டியூனின் சுற்றுப்பாதைக்குள்ளாகவே வந்துவிடும் (ஒரு வானியல் அலகு என்பது புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட 15 கோடி கி.மீ. தொலைவைக் குறிக்கும்).

புளுட்டோ “மந்தாரமான இருண்ட உலகம்” என்று குறிப்பிடப்பட்டாலும் அந்த அளவிற்கு இருள் இல்லை. புவிக்கு கிடைக்கும் வெயிலின் அளவில் ஆயிரத்திலொரு பங்கு சூரிய ஒளியே இந்த கோளில் விழுகிறது. எனினும் புளுட்டோவிலிருந்து கவனித்தால் சூரிய ஒளி, நிலா ஒளியை விட 1600 மடங்கு மிகுதியாகும். ஒரு நூல் வாசிக்கப் போதிய ஒளி இருக்கும். ஆயினும் இங்கு 210°C கடுங்குளிர் நிலவுகிறது.. புளுட்டோவில் மீதேன் (methane) வளிமக் கட்டிகள் உறைந்துள்ள பள்ளங்கள் மிகுதியாக உள்ளன. நொடிக்கு 4.74 கி.மீ. வேகத்தில் இக்கோள் சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது. ஏறத்தாழ 250 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை சூரியனை நெருங்கி வந்தபோது உலகெங்கும் தொலைநோக்கி வல்லுநர்களும், வானியல் அறிஞர்களும் இக்கோள் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொண்டனர். இதுவரை சூரியக்குடும்பத்தின் வெவ்வேறு கோள்களைக் கடந்து, விண்மீன் மண்டலங்களை நோக்கி வெளியேறிச் சென்ற பயனீர்-10 , பயனீர்-11, வாயேஜர் விண்ணுழடுருவிகள் (space probes) ஆகியவை தொலைவிலுள்ள புளுட்டோவின் அருகில் ஆய்வு நடத்தவில்லை.

இன்றைய கணிப்புப்படி புளுட்டோ புவியின் ஆயிரத்தில் ஆறு பங்கு கன அளவும், ஆயிரத்தில் இரண்டு

பங்கு நிறையும் உடையது. இதன் சராசரி அடர்த்தியோ நீரின் அடர்த்தியை விட இருமடங்கு (2கி./க.செ.மீ.) புளுட்டோவிற்கென்று ஒரே ஒரு சந்திரன் உள்ளது வானியலாரை வியப்பிலாழ்த்தியது.

காரோன் கண்டுபிடிப்பு. காரோன் (charon) எனும் இச்சந்திரன் ஜூலை 7ஆம் நாள் அமெரிக்காவில் அரிசோனாவிலுள்ள கடற்படை வானாய்வகத்தின் பேராசிரியர் டாக்டர் ஜே. டபிள்யூ கிரிஸ்டி என்பவரால் முதன்முதலில் கண்டு துவக்கப்பெற்றது. தம் 61 அங்குலத் தொலைநோக்கி வழியே கவனித்தபோது புளுட்டோவின் தோற்றம் ஒரு புறத்தில் புடைத்திருப்பது தெரிந்ததும் அவருக்குள் அது துணைக்கோளாக இருக்குமா என்னும் ஐயத்தை ஏற்படுத்தியது.

தென் அமெரிக்காவில் சிலியிலுள்ள செத்ரோ டொலோலோ எனும் அறிவியலாருக்கு கிறிஸ்டி தகவல் தெரிவித்தார். தம் 160 அங்குல எதிர்ப்பிப்புத் தொலை நோக்கியின் உதவியால் புளுட்டோவை நோக்கிய டொலோலோ, தம் நண்பரின் கண்டுபிடிப்பை உறுதிப்படுத்தினார். வழக்கம்போலக் கிரேக்கக் கதை ஒன்றிலிருந்து “காரோன்” எனும் பெயர் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்றது. ஸ்டைக்ஸ் நதியின் குறுக்காக இறந்தோர் ஆன்மாக்களைச் சுமந்து செல்லும் படகைத் துடுப்பிட்டு ஓட்டிச் செல்வோன் “காரோன்” என்று கிரேக்கப் புராணம் குறிப்பிடுகிறது. இருண்ட உலகின் “புளுட்டோக் கரையிலிருந்து”, துக்கமாகிய அக்கரைக்கு நுழைகின்ற படகோட்டியின் பெயரே - புதிதான இச்சந்திரனுக்கும் வழங்கலாயிற்று.

புளுட்டோவின் விட்டம். 1980ஆம் ஆண்டு ஏப்பிரல் திங்கள் தென்னாப்பிரிக்க வானாய்வுக் கூடத்தினின்று புளுட்டோவின் துணைக்கோளைக் கண்காணித்த அலிஸ்டைர் வாக்கர் எனும் அறிவியலார் காரோனின் விட்டத்தை அறுதியிட முனைந்தார். ஆட்டிடைன் எனப்படும் பூகூட்டிஸ் (bootes) விண்மீன் கூட்டத்தில் உள்ள 12 ஒளி எண்ணுடன் பொலிவுதரும் விண்மீன் ஒன்றைக் காரோன் கடந்து சென்ற கால அளவின் அடிப்படையில் அதன் குறுக்களவு 1200 கி.மீ. எனத் தீர்மானித்தார்.

ஆயினும் 1983இல் விண்ணிற் பறந்தவாறே வானாய்வு நடத்திய அகச்சிகப்பு வானவியற் செயற்கைக்கோள் (Infrared astronomical satellite) தகவல்களின்படி புளுட்டோவின் விட்டம் 2200 கி.மீ. என்றும், காரோனின் குறுக்களவு 1300 கி.மீ. என்றும் வரையறுக்கப்பட்டன. அதே

ஆண்டில் ஜி. பெய்யர், ஜி. வீகெல்ட் ஆகிய ஜெர்மானிய அறிவியலார், புள்ளி குறுக்கீட்டளப்பு (speckle interferometry) முறைப்படி புளுட்டோவின் விட்டம் 2710 - 3460 கி.மீ.க்கு இடைப்பட்டதாகவும் காலோன் விட்டம் 1050 - 1520 கி.மீ.க்கு இடைப்பட்டதாகவும் அறிவித்தனர். இவர்தம் கணிப்பே இன்றைக்கும் ஓரளவு ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

காரோன் விட்டம் எறத்தாழ 850 கி.மீ. என்றும் அது தன் தாய்க் கோளான புளுட்டோவின் மூன்றிலொரு பங்கு அளவே விட்டமுடையது என்றும் சில வானியலார் குறிப்பிடுகின்றனர். நிலாவில் நாலில் ஒரு பங்கு குறுக்களவுடைய காரோன் தன் முதற்கோளான புளுட்டோவின் நிறையில் முப்பதிலொரு பங்கு நிறை கொண்டது. புவி சந்திரனைப் போல் ஏறத்தாழ 81 மடங்கு நிறை மிக்கது. புளுட்டோவை இரட்டைக் கோள்கள் (dual planets) எனக் கருதுமளவிற்கான சிறப்பைக் காரோன் பெற்றுள்ளது.

காரோன் பிறப்பு. அமெரிக்கக் கடற்படை வானாய்வகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் உறாரிங்டன், டாக்டர் தாமஸ் வான் ஃபிளாந்தரன் ஆகியோர் புவியைப்போல் மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு நிறை கொண்ட பத்தாம் கோள் ஒன்று நெப்டியூனின் சந்திரன்களின் இயக்கப்பாதைகள் ஊடே கடந்து சென்றிருக்கக்கூடும் என்று கருதினார். அறிவியலார் ஊகத்திற்குட்பட்ட அந்தப் பத்தாம் கோள் புளுட்டோவைக் கடந்த கோள் (transpluto) என்று குறிப்பிடுவர்.

ஒரு காலத்தில் புளுட்டோவே நெப்டியூனின் சந்திரன்களில் ஒன்றாக விளங்கிப் பின்னர் வெளித்தள்ளப் பட்டிருக்கலாம் என்னும் கூற்று பொருத்தமாக உள்ளது. அந்த வெளியேற்ற நிகழ்வின்போதே நெப்டியூனின் டிரிட்டான் (triton) எனும் சந்திரன் துருவ எதிர்த்திசையிலும் நெரீத் (nereid) நீண்ட வட்டப் பாதையிலும் இயக்கத் தொடங்கின என்றும், புளுட்டோ, நெப்டியூன் சுற்றுப்பாதைக்குள்ளேயே சில வேளைகளில் வந்து போவதும் இதனாலேயே என்றும் பல கருத்துகள் எழுந்துள்ளது. எனவே நெப்டியூனின் சந்திரன்களிலிருந்து காரோனைத் தன்னுடன் இழுத்துக்கொண்டு தனிப் பாதையில் புளுட்டோ விலகிற்று என்னும் கருதுகோளை ஏற்கவும் வாய்ப்புண்டு.

கணிப்பு முறை காட்டும் முடிவும் இக்கொள்கைக்கு ஆதரவாகவே இருக்கிறது. ஜே.இ. டைட்டியஸ் எனும் கணித, இயற்பியலார் மற்றும் பெர்வின் வானாய்வுக்கூட இயக்குநர் ஜே.இ. போட் ஆகியோர் வரையறுத்த ‘டைட்டியஸ் - போட்’



விதியின்படி (Titius - Bode's law) சூரிய மண்டலத்தின் கோள் பாதைத் தொலைவுகளை அல்லது சுற்றுவட்ட ஆரங்களைப் பின்வருமாறு எளிதில் கணிக்கலாம்.

சூரியனிலிருந்து தொலைவு =  $0.4 + 0.3 + 2$  எண்  
(வானவியல் அலகு)

இதில் புதனின் எண் =  $-∞$ ; வெள்ளியின் (venus) எண் = 0; புவி எண் = 1; செவ்வாய் எண் = 2; சிறுகோள்களின் (asteroids) எண் = 3; வியாழன் (jupiter) எண் = 4; இவ்வழியே தொடர்ந்தால் நெப்டியூன் எண் = 7. இக்கோள் சூரியனிலிருந்து  $(0.4 + 0.3 \times 2^7)$  38.8 வானவியல் அலகு தொலைவில் உள்ளது என்றாகிறது. உண்மையில் சூரியனுக்கும் நெப்டியூனுக்குமிடையே உள்ள தொலைவு 30.07 வானவியல் அலகு. அவ்வாறே புளுட்டோ (எண்=8) கோள் இவ்விதியின்படி 77.2 வானவியல் அலகு தொலைவில் அமைந்திருக்க வேண்டும். உண்மையில் 39.52 வானவியல் அலகு தொலைவில் அதாவது கணிக்கப்பட்ட நெப்டியூன் சுற்றுபாதைக்கு மிக அருகில் புளுட்டோ இயங்குகிறது.

கடந்த சில ஆண்டுகளாக புளுட்டோவின் பொலிவு 0.18 ஒளி எண் அளவு குறைவதும் 0.6 அளவு கூடுவதுமாகத் தென்பட்டது. (ஒளி எண் குறையுந்தோறும் ஒளி கூடும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.) புளுட்டோவின் தோற்றப்பொலிவில் எழும் இந்த ஏற்ற இறக்கங்கள் 6.4 நாட்களுக்கொருமுறை மாறிமாறி வருவதைப் பன்னாட்டு வானாய்வு நிலையங்கள் பதிவு செய்து வைத்துள்ளன. அதற்குக் காரணம் காரோன் துணைக்கோள் புளுட்டோவை மிக நெருக்கத்தில் வட்டமடிப்பதேயாகும்.

புளுட்டோவின் அச்சச் சுழற்சிக்கு 6.4 நாட்கள் ஆகும். காரோன் புளுட்டோவை ஒருமுறை சுற்றிவரவும் 6.4 நாட்களே ஆகின்றன. ஆதலால் இதன் ஒருமுகம் எப்போதும் புவியின் சந்திரனைப் போலவே புளுட்டோவையே நோக்கி இருக்கும். மேலும் புளுட்டோவின் நிலநடுக்கோடு அக்கோள் சூரியனைச் சுற்றும் தளத்திற்கும் செங்குத்திற்கும் நடுவில் சாய்வாக அமைந்துள்ளது. புவியிலிருந்து நோக்கினால் புளுட்டோவிலிருந்து மிகுதியும் விலகாமலே சுற்றுத்தளத்திற்கு மேல் கீழாக ஆடும் காரோவின் இத்தகைய சுற்றோட்ட நிகழ்வை ஐந்தாண்டுக்காலம் தொடர்ந்து கவனிக்கலாம். இதனைப் “பிரபஞ்ச நடனம்” (cosmic dance) என்று வானியலார் குறிப்பிடுகின்றனர்.

புளுட்டோவின் இயக்கத்தில் ஏறத்தாழ 124 ஆண்டுகளுக்கொரு முறையே காணக்கிடைக்கும் அரிய

நிகழ்வு இந்த விண்வெளிக் கோள் - துணைக்கோள் களியாட்டம் கி.பி.1989 செப்டம்பரில் புளுட்டோ சூரியனுக்கு நிலைக்கு வந்து மிகப் பிரகாசமாகத் தோன்றிய நிலையில் பல வானாய்வுக் கூடங்களாலும் பதிவு செய்யப்பட்டு ஆய்வுகள் தொடர்கின்றன.

சு.முத்து

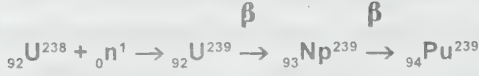
## புளுட்டோனியம்

தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் ஆக்ட்டினைடு வரிசைத் தனிமமான இதன் அணு எண் 94. புளுட்டோனியம் வெள்ளி போன்ற வெள்ளை நிறமுடையது. நிறை எண் 239 கொண்ட நெப்டுனியம் ஐசோடோப் தானாகவே சிதைவுற்று, ஓர் எலெக்ட்ரானை உமிழ்வதால் ஒரு புதுத் தனிமம் கிடைக்கிறது. இந்தப் புதிய தனிமம் உயர் நிலைப்புத்தன்மை பெற்றிருப்பதை மாக்மில்லன், ஆவல்சன் என்போர் கண்டறிந்தனர். இது ஆல்ஃபாத் துகள்களை மிக மெதுவாக வெளியேற்றுகிறது என்னும் உண்மையைக் கென்னடி, சீபோர்க், செகர், வால் ஆகிய அறிவியலார் கண்டறிந்து, இந்தத் தனிமத்திற்குப் புளுட்டோனியம் என்று பெயரிட்டனர். இத்தனிமத்தை நியூட்ரான்கள் மெதுவாகத் தாக்கும்போது இது சிதைவுறுகிறது என்னும் உண்மை தெரிந்தபின் அணுகுண்டு தயாரிப்பதில் இதைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். நிறை எண் 239 கொண்ட இத்தனிமத்தின் ஐசோடோப் 24,000 ஆண்டு அரை வாழ்வு நேரமுடையது. இயற்கையில் இத்தனிமம், பிப்பிளண்ட மற்றும் கார்னோடைட் ஆகிய தாதுக்களில் மிகச் சிறிய அளவு காணப்படுகிறது. நிறை எண் 238 உடைய புளுட்டோனியம் ஐசோடோப், நிறை எண் 239 உடைய ஐசோடோப்பைவிடக் கூடுதல் கதிரியக்கம் உடையது. இதுவும் ஆல்பா கதிர்களை வெளியிடுகிறது. நிறை எண் 238 உடைய நெப்டுனியம் ஐசோடோப் ஒரு பீட்டாத் துகளை உமிழ்வதால் இந்த ஐசோடோப் கிடைக்கிறது. இதன் அரை வாழ்வு காலம் 90 ஆண்டுகள்.

தயாரிப்பு. அணுக்கரு உலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் உலோகத்தில் மிகச் சிறிய அளவு புளுட்டோனியம் காணப்படுகிறது. இது யுரேனியம் மற்றும் நெப்டுனியம் ஆகிய உலோகங்களுடன் கலந்துள்ளது.

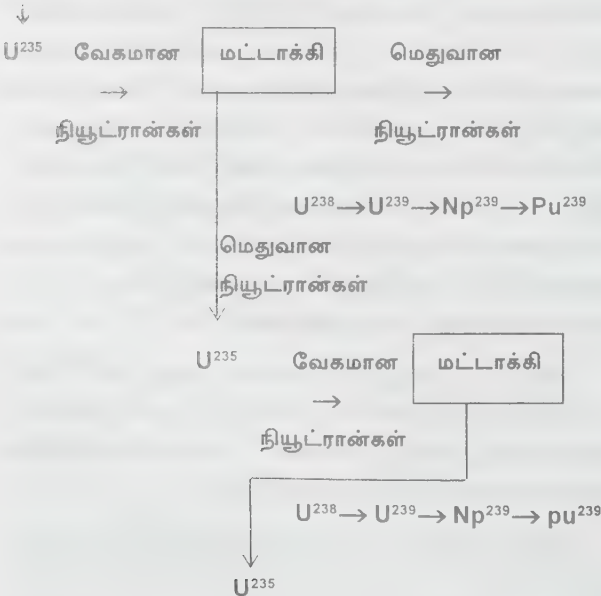
அணுக்கரு உலைகளில் புளுட்டோனியம் உருவாதல். மெதுவாக நகரும் நியூட்ரான்களைக் கொண்டு, நிறை எண் 238 உடைய யுரேனியம்

ஐசோடோப்பைத் தாக்குவதால் பின்வரும் வினைப்படி புரூட்டோனியம் உண்டாகிறது.



இவ்வினையைத் தொடங்குவதற்குத் தேவையான நியூட்ரான்கள்  $\text{U}^{235}$  ஐசோடோப் சிதைவுறுவதால் கிடைக்கின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில்  $\text{U}^{238}$  ஐசோடோப் மிகுந்து காணப்படுகிறது. எனவே நியூட்ரான்களைக் கொண்டு யுரேனியத்தைத் தாக்கும் போது  $\text{U}^{238}$  ஐசோடோப்பு, ஒரு நியூட்ரானைக் கைப்பற்றி  $\text{U}^{239}$  ஆக மாறும்.  $\text{U}^{235}$  ஐசோடோப், சிதைவுற்று மேலும் நியூட்ரான்களைத் தரும். இதனால் சங்கிலித் தொடர்வினைகள் ஏற்பட்டுக் கட்டுக்கடங்கா ஆற்றல் வெளியாகும். இந்த ஆற்றலைப் பயனுள்ளதாக மாற்ற வேண்டுமானால் சங்கிலித் தொடர் வினைகளைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். மேலும்  $\text{U}^{238}$  ஐசோடோப்புகள் உட்கருவை மிக வேகமாகத்தாக்கும் நியூட்ரான்கள் வேகமான மோதலின் காரணமாகப் பிடிபடாமல் திரும்பிவிட வாய்ப்பு ஏற்படும். எனவே மட்டாக்கி (moderator) வழியே நியூட்ரான்கள் அனுப்பப்பட்டு அவற்றின் வேகம் குறைக்கப்படுகிறது. கனரீர் மற்றும் கிராபைட் என்னும் இரு பொருள்களும் பெருமளவில் மட்டாக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் கிராபைட் எளிதாகக் கிடைக்கிறது. ஆனால் அது மிகத் தூய்மையாக இருக்க வேண்டும்.

மெதுவாக நகரும் நியூட்ரான்கள்



மேற்காணும் முறையில் கிடைக்கும் உலோகத்தில் புரூட்டோனியம் 0.1 % உள்ளது. இந்த உலோகத்தை ஆழ்ந்த நீரில் பல நாள்களுக்கு இட்டு வைப்பதன்மூலம், நெப்ருனியம் சிதைவுற்று, புரூட்டோனியமாக மாறும். இதைக் குளிர்வித்தல் என்பர். இதன்போது, கதிரியக்க ஆற்றல் பெற்ற அனைத்து உலோகங்களும் சிதையும். இதனால் மிக அதிக அளவிற்கு எக்ஸ் கதிர்கள் வெளிவரும். இந்நிலையில் இதைக் கையாள்வதில் மிகுந்த எச்சரிக்கை தேவை.

அணுக்கரு உலையிலிருந்து கிடைத்துப் பின் குளிர்விக்கப்பட்ட உலோகம் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகிறது. இக்கரைசலில் யுரேனியம், நெப்ருனியம், புரூட்டோனியம் என்னும் உலோகங்களின் அயனிகள் உள்ளன. இந்த உலோகங்களின் உப்புகள் வெவ்வேறு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளில் வேறுபட்ட கரைதிறன் கொண்டவை. இப்பண்பைப் பயன்படுத்தி, பல ஆக்சிஜனேற்றிகளோடு இக்கரைசலை வினைப்படுத்தி, ஹெக்சோன் (மெத்தில் ஐசோபியூட்டைல் கீட்டோன்), டிரைபியூட்டைல் பாஸ்ஃபேட் போன்ற கரைப்பான்களோடு பரிமாற்றம் செய்து புரூட்டோனியத்தைப் பிரிக்கின்றனர்.

யுரேனியத்திலிருந்து - புரூட்டோனியத்தைப் பிரித்தல். புரூட்டோனியம் மூன்று, நான்கு, ஐந்து, என்னும் நான்கு ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளில் இருக்க வல்லது. இவற்றில் நான்காம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மிகுந்த நிலைப்புத் தன்மையுடையது. யுரேனியம், புரூட்டோனியம் அயனிகள் உள்ள நைட்ரிக் அமிலக் கரைசலைப் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் இவ்விருண்டு உலோகங்களும் ஆறாம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைக்கு உயர்த்தப்படுகின்றன. இந்நிலையில் இவ்விருண்டு அயனிகளும் ஒரே விதமான பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இக்கரைசலை ஹெக்சோன் கரைப்பானோடு குலுக்குவதால் யுரேனியம் மற்றும் புரூட்டோனியம் அயனிகள் இக்கரைப்பான் அடுக்கிற்குச் சென்றுவிடும். இதை நீர் அடுக்கிலிருந்து தனியே பிரித்து, எளிய ஒடுக்கி கொண்டு ஒடுக்குவதால் புரூட்டோனியம் மட்டும் நான்காம் நிலைக்கு ஒடுக்கம் அடைகிறது. பின் எளிய ஆக்சிஜனேற்றியான சல்ஃபர் டைஆக்சைடு கரைசலோடு வினைப்படுத்தினால் புரூட்டோனியம் அயனி நீர் அடுக்கிலும், யுரேனியம் அயனி ஹெக்சோன் அடுக்கிலும் பரிமாற்றம் செய்யப்படும்.

ஹெக்சோன் அடுக்கில் உள்ள புரூட்டோனியம் அயனியோடு, தாங்கி எனப்படும் வேறு உலோக அயனிகளைச் சேர்த்து புரூரைடுகளாக வீழ்ப்படிவாக்கலாம்.



இந்த வீழ்படிவை மீண்டும் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து, புளூட்டோனியம் அயனியை ஆறாம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைக்குக் கொணர்ந்து மீண்டும் வீழ்படிவாக்கினால் தாங்கியாகப் பயன்பட்ட உலோக அயனி மட்டும் வீழ்படிவாகிறது. மீண்டும் புளூட்டோனியம் அயனியை ஒடுக்கி வீழ்படிவாக்க வேண்டும். இவ்வாறு ஆக்சிஜனேற்றம், வீழ்படிவாக்கம் ஒடுக்கம் ஆகியவற்றை மீண்டும் மீண்டும் செய்வதன் மூலம், தூய புளூட்டோனியம் உப்பு பெறப்படுகிறது. புளூட்டோனியம் ஃபுளூரைடைக் கால்சியம் உலோகம் கொண்டு புளூட்டோனியம் உலோகத்தைப் பெறலாம்.

நெப்ரீனியத்திலிருந்து புளூட்டோனியத்தைப் பிரித்தல். நெப்ரீனியத்தைப் போன்று, புளூட்டோனியத்தையும் அதன் ஃபுளூரைடு மற்றும் ஐயோடைட் ஆக ஏதாவது ஓர் அரிய மண் உலோகத்தைத் தாங்கியாகப் பயன்படுத்தி வீழ்படிவாக்கலாம். அமிலக் கரைசலில் நெப்ரீனிய அயனி புரோமேட் அயனியால் ஆக்சிஜனேற்றம் பெறுகிறது. புளூட்டோனிய அயனியோ புரோமேட் அயனியால் ஆக்சிஜனேற்றம் பெறுவதில்லை. எனவே இவ்விரண்டு அயனிகளும் உள்ள கரைசலை புரோமேட் கரைசல் கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால், நெப்ரீனியம் மட்டும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. இக்கரைசலோடு, புளூரைடு கரைசலைச் சேர்ப்பதால் புளூட்டோனியம் புளூரைடு மட்டும் வீழ்படிவாகிறது.

இந்த வீழ்படிவைப் பெற ஓர் அரிய மண் உலோக அயனியைத் தாங்கியாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்தத் தாங்கியாகப் பயன்படும் உலோக அயனியிலிருந்து புளூட்டோனிய அயனியைப் பிரித்தல் மிகக் கடினமாகும். எனவே தாங்கியைத் தெரிவு செய்வதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. பிஸ்மத் பாஸ்பேட், லாந்தனம் ஃபுளூரைடு போன்றவை தாங்கியாகப் பயன்படுகின்றன. ஆவியாக்கல், புறப்பரப்பு ஒட்டுதல் கரைப்பான் மூலம் பிரித்தல், வீழ்படிவாக்கல் என்னும் நான்கு முறைகளைப் பயன்படுத்திப் புளூட்டோனிய உப்பைத் தூய்மையாகப் பெறலாம். இவற்றில் வீழ்படிவாக்கல் முறையே சிறந்தது என்று கருதப்படுகிறது. புளூட்டோனிய ஃபுளூரைடைக் கால்சியம் உலோகம் கொண்டு ஒடுக்கிப் புளூட்டோனிய உலோகத்தைப் பெறலாம்.

பண்புகள். இதன் உருகு நிலை  $639^{\circ}\text{C}$ . இவ்வெப்ப நிலைக்குக் கீழ் இந்த உலோகம் ஆறு புறவேற்றுமை நிலைகளில் காணப்படுகிறது. இரண்டு புறவேற்றுமை

நிலைகளில் அதன் வெப்ப விரிவுக் குணகம் எதிர்க்குறி பெற்றிருத்தல் குறிப்பிடத்தக்கது. பெர்ரிலியம், காரீயம், யுரேனியம், குரோமியம், மாங்கனீஸ், இரும்பு, நிக்கல், ஆஸ்மியம் ஆகிய உலோகங்களுடன் புளூட்டோனியம் உலோகக் கலவைகளைத் தருகிறது.

புளூட்டோனியம் மிகுந்த நேர்மின்தன்மையுடையது. அது யுரேனியம், நெப்ரீனியம் போன்று பல இணைதிறன் நிலைகளில் கரைசல்களிலும் திண்மநிலையிலும் இருக்க வல்லது. கரைசல்களில் அது மூன்று, நான்கு, ஐந்து, ஆறு என்னும் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளில் காணப்படுகிறது. யுரேனியம் ஆறாம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் நிலைப்புத் தன்மை பெற்றிருப்பது போலப் புளூட்டோனியம் நான்காம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டது. புளூட்டோனியத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளிடையே மிகக் குறைவான ஆற்றல் வேறுபாடு இருக்கிறது. எனவே ஒரு நிலையிலிருந்து மற்ற நிலைக்கு எளிதில் மாற்றம் நிகழும். நான்காம் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையே மிகுந்த நிலைப்புத்தன்மை பெற்றது. வெவ்வேறு நிலைகளில் புளூட்டோனியம் அயனிகள் பெற்றுள்ள நிறங்கள் பின்வருமாறு:

$\text{Pu}^{+3}$	- நீல ஊதா நிறம்
$\text{Pu}^{+4}$	- பழுப்பு மஞ்சள்
$\text{Pu}^{+5}$	- சிகப்பு
$\text{Pu}^{+6}$	- இளஞ் சிவப்பு

சேர்மங்கள். புளூட்டோனியம் ஹைட்ரஜனுடன் வினைப் பட்டு  $\text{PuH}_3$  மற்றும்  $\text{PuH}_2$  என்னும் இரண்டு ஹைட்ரைடுகளைத் தருகிறது.

புளூட்டோனியம்,  $\text{PuO}_2$  என்னும் ஆக்சைடைப் பெருமளவில் தருகிறது. இது, இந்த உலோகத்தின் ஹைட்ராக்சைடு, ஆக்சைடு, பெர்ராக்சைடு, நைட்ரேட் ஆகிய உப்புகளைக் காற்றில் எரித்துச் சிதைவுறச் செய்வதால் கிடைக்கிறது. இதைப் பயன்படுத்தி நிறையறி பகுப்பாய்வு முறையில் புளூட்டோனியம் உறுதி செய்யப் படுகிறது.  $\text{Pu}_2\text{O}_3$  என்னும் ஆக்சைடும் கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

$\text{PuF}_3$ ,  $\text{PuF}_4$ ,  $\text{PuF}_6$ ,  $\text{PuCl}_3$ ,  $\text{PuP}_3$ ,  $\text{PuI}_3$  என்னும் ஹாலைடுகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. மூன்று ஹாலோ ஜன்களும் இந்த உலோகத்துடன் ஆக்சி ஹாலைடுகளைத் தருகின்றன. புளூட்டோனியம் ஹெக்சாஃபுளூரைடு

குறைந்த உருகு நிலையும், கொதிநிலையும் கொண்டது. அது ஒரு சிறந்த ஃபுளூரினேற்றம் செய்யும் வினைப்பாணைப் பயன்படுகிறது.

புளூட்டோனியத்தின் கார்பைடு, சிலிசைடு, சல்பைடு, நைட்ரைடு போன்றவை அவற்றின் ஒளிவிலக்கு இயல்பு காரணமாகத் தொழில் முறையில் பயன்படுகின்றன.

**நச்சுத் தன்மை.** புளூட்டோனியம் ஆல்ஃபாக் கதிர்களை உமிழும். இக்கதிர்கள் திசுக்களுக்கு ஊறு விளைவிக்கும். இவ்வாறு ஆல்ஃபாக் கதிர்களால் பாதிக்கப்பட்ட திசுக்கள் வழியே உள் செல்ல நேரிடும். புளூட்டோனியம், எலும்பில் உள்ள பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து புளூட்டோனியம் பாஸ்பேட்டை உண்டாக்கும். இந்த உப்பு மிகவும் குறைந்த கரைதிறன் உடையது. எனவே உடலிலிருந்து இதை நீக்குவது மிகவும் கடினம். தொடர்ந்து ஆல்பாக் கதிர்களை இந்த உப்பு உமிழ்வதால் உடல் நலம் மிகவும் பாதிக்கப் படுவதுடன், சிவப்புக் குருதி அணுக்களை உண்டாக்கும் எலும்பு ஊளை இந்த உப்பு அழித்து விடும். எனவே இதை மிகவும் எச்சரிக்கையாகக் கையாள வேண்டும்.

**பயன்.** புளூட்டோனியம், அணுக்கரு உலையில் பயன்படும் ஒரு சிறந்த எரிபொருள். இதிலிருந்து பெறப்படும் பல கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றன. அணு ஆயுதத் தயாரிப்பில் இந்த உலோகம் இன்றியமையாதது.

#### மரிய புஷ்பராஜ்

துணைநூல். J.J. Katatz and Seaborg, *The Chemistry of Actinide Elements*, 1957; Sybil P.Parker, *McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry*, Fifth Edition, McGraw-Hill Inc.Ltd., New York, 1983.

## புளூரின்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஹாலோஜன் தொகுதியில் முதலாம் தனிமம் புளூரின் (fluorine) ஆகும். இதன் குறியீடு F; அணு எண் 9; இத்தனிமம் உறாலோஜன் தனிமங்களிலேயே மிகக் குறைந்த அணு எண்ணையும், அணு நிறையையும் உடையது. அணு நிறை 19ஐக் கொண்ட ஃபுளூரின் ஐசோடோப்பே நிலையாக இருந்தாலும் அணு

நிறை 17 - 22 கொண்ட ஃபுளூரின் ஐசோடோப்புகளும் செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் அரைவாழ் காலம் (half lives) 4 நொடிகளிலிருந்து (22F) 110 நிமிடங்கள் வரை (18F) உள்ளது. ஃபுளூரின் மீ எலெக்ட்ரான் கவர்தன்மை (electro negativity) கொண்ட தனிமம்; எனவே இயற்கையில் இது தனித்த நிலையில் காணப்படாமல், சேர்மங்களாகவே கிடைக்கிறது. ஹீலியம், நியான், ஆர்கான் ஆகிய தனிமங்களைத் தவிர ஏனைய தனிமங்களின் ஃபுளூரின் சேர்மங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன.

**பண்பு.** சாதாரண வெப்பநிலையில் இது பழுப்பு கலந்த மஞ்சள் நிற வளிமம். இதன் மணத்தைப் பற்றி நன்கு தெரியவில்லை. காற்றில் இது கலந்திருக்கும்போது ஊசிப்போன மணம் (musty dour) வீசும். புளூரின் நீருடன் வினைபுரிவதால் உண்டாகும் ஆக்சிஜன் டைபுளூரைடின் மணமும் இது போன்றே உள்ளமையால் இத்தனிமத்தின் தனித்த மணம் புலனாகவில்லை. இதன் சில இயல்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இயல்பு	மதிப்பு
அணு நிறை	18.998403
கொதிநிலை °C	188.13
உறை நிலை °C	219.61
உய்ய வெப்பநிலை °C	129.2
உய்ய அழுத்தம், வளிமண்டலக்	55
கொதிநிலையில் அடர்த்தி, கி./மிலி	1.505
பிரிகை ஆற்றல், கலோ/மோல்	36.8
ஆவியாதல் வெப்பம், கலோ/ மோல்	1510
உருகுதலின் வெப்பம் கலோ/ மோல்	121.98
மாறு வெப்பநிலை (திண்மம் °C)	227.61

புளூரின் அணுவில் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு  $1S^2, 2S^2$ . இதன் வெளிச்சுற்றில் 5 எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளமையால் அது மேலும் மூன்று எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று முழுமையடைவதற்காகவே மிகை வினைபுரியும் தன்மை யுடையதாக விளங்குகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையிலேயே



Ia																	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be															10 Ne	
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar										
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

கந்தகம், அயோடின், பாஸ்ஃபரஸ், புரோமின் ஏனைய உலோகங்களுடன் ஃபுளூரின் வினைபுரிகின்றது. அலோகங்களுடன் இது வினைபுரிவதால் உண்டாகும் வினைபொருள்கள் நீர்மமாகவோ, வளிமமாகவோ உள்ளனமையால் வினை முழுவதும் முற்றுப் பெறும்வரை நிகழ்கிறது. இதனால் ஓரளவு வெப்பமும் ஒளியும் உமிழப்படுகின்றன. உலோகங்களுடன் இது வினை புரியும்போது உலோகங்களின் மேல் மெல்லிய ஃபுளூரைடு படலம் படிவதால் வினை நடைபெறுவது தடைப்படுகிறது. எனவே வெப்பநிலையை அதிகரிக்க வேண்டியதாகிறது. அலுமினியம், நிக்கல், மக்னீசியம், தாமிரம் போன்றவற்றில் இத்தகைய ஃபுளூரைடு படலம் உண்டாகிறது. எஃகில் மிகக் கடினமான ஃபுளூரைடு படலம் ஏற்படுவதில்லை. ஆனாலும் இவ்வளிமத்தைச் சாதாரண எஃகு உருளைகளில் சேமித்து வைக்கலாம்.

ஃபுளூரின் மூலக்கூறு எளிதில் பிரிகையடைகிறது. எனவே இது மேலும் கூடுதல் வினைபுரியும் தன்மை பெற்றுள்ளது. வெப்பம் மற்றும் மின்பொறிகளையல்லாமல் (electric discharge) கட்புலன் ஒளிவரையுள்ள மின்காந்தக் கதிர்வீச்சும் (electromagnetic radiation) செனான் உயர் வளிமத்துடனான இதன் வினையைத் தொடக்கி வைக்க முடியும். நீர், அம்மோனியா போன்ற ஹைட்ரஜன் உள்ள சேர்மங்களுடனும், கரிம வேதித் திண்மங்கள், நீர்மங்கள் வளிமங்களுடனும் இத்தனிமம் மிகத் தீவிரமாக வினைபுரிகிறது. நீருடன் ஃபுளூரின் வினைபுரிவது மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்ததாகும். இவ்வினையால் ஹைட்ரஜன் அ.க.15-50

ஃபுளூரைடும் ஆக்சிஜனும் பெருமளவிலும் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு, ஆக்சிஜன் டைஃபுளூரைடு ஒசோன் ஆகியவை குறைந்த அளவிலும் விளைகின்றன. சேர்மங்களிலிருந்து அலோகங்களை ஃபுளூரின் வெளியேற்றுகிறது. காட்டாக, சோடியம் குளோரைடிலிருந்து குளோரினையும் சிலிக்கா, கண்ணாடி ஏனைய வெண்களிமண் பொருள்களிலிருந்து ஆக்சிஜனையும் வெளியேற்றுகிறது. ஹைட்ரோ ஃபுளூரிக் அமிலம் இராத சூழ்நிலையில் பல மணி நேரம் 200°C வெப்பநிலையில் வைத்திருந்தாலும் ஃபுளூரின் எளிதாகக் குவார்ட்ஸ் அல்லது கண்ணாடியை அரிப்பதில்லை. ஃபுளூரின் நச்சுத் தன்மையும், வீரியமும் மிக்க வளிமம். பெரும்பாலான இதன் சேர்மங்கள் குறிப்பாக கனிமச் சேர்மங்கள் தீவிர எரிகாயங்களை (burns) ஏற்படுத்துகின்றன.

தயாரிப்பு. மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தி இவ் வளிமத்தைத் தயாரிக்கலாம். வேதிமுறைகளால் பெருமளவில் தயாரிக்க முடியாது. கார ஃபுளூரைடு சிறிதளவை நீர்ம ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடுடன் சேர்த்து மின்னாற்பகுப்பதால் இது பெறப்படுகிறது. இதற்கெனப் பொட்டாசியம் ஃபுளூரைடு உப்பு பயன்படுகிறது. மூன்று வெப்ப நிலைகளில் பொட்டாசியம் ஃபுளூரைடு - ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு கலவை நீர்மமாக விளங்குகிறது. முதன் முதலில் ஃபுளூரினை டெறன்றி மாய்சன் என்பார் 1886இல் 0°C வெப்பநிலைக்குக் கீழ் பிளாட்டின மின் முனைகளையும் பிளாட்டினப் பாத்திரத்தையும் பயன்படுத்தி நீர்ம ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடை மின்னாற்பகுத்துக் கண்டு பிடித்தார். 230 - 320°C வெப்ப நிலையில் ஒரு மோல் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு ஒரு மோல் பொட்டாசியம் ஃபுளூரைடு கலந்த கலவையை இரும்பு அல்லது தாமிரப் பாத்திரங்களில் இட்டுக் கிராஃபைட் தண்டை நேர்மின் முனையாகப் பயன்படுத்தி ஃபுளூரினைத் தயாரிக்கலாம்.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது இம்முறையை அமெரிக்க நாட்டு அறிவியலார் கண்டுபிடித்தார். உயர் வெப்பநிலைகளில் ஃபுளூரின் தனிமம் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு சேர்மத்தின் முன்னிலையில் மின்காப்புப் பொருள் (electric insulator) எளிதில் பழுதடைந்துவிட்டது. ஏறத்தாழ இரண்டு மணி நேரமே அது பயனில் இருந்தது. 1923இல் கலிஃபோர்னியா பல்கலைக்கழகத்தில் போர்ட்லேண்ட் சிமெண்ட் உயர் வெப்பநிலையில் சிறந்த மின்காப்பியாக விளங்குவது கண்டறியப்பட்டது. இதனால் உயர் வெப்ப ஃபுளூரின் தயாரிப்புக் கலன்கள் (cells) உருவாகின்றன. ஹாலோஜன் ஃபுளூரைடு, செனான்

ஃபுளூரைடு போன்ற பெரும்பாலான ஃபுளூரைடுகள் ஃபுளூரினைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்பட்டாலும் மிகுந்த சேர்மங்கள் வேதி இடைநிலைப் பொருள்களாகவே பெறப்படுகின்றன.

இயற்கையில் கிடைத்தல். புவியின் மேலோட்டில் 0.065% ஃபுளூரின் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இது, கார்பன், ஹைட்ரஜன் அல்லது குளோரின் போன்று ஏறத்தாழ அதே அளவிலும், தாமிரம் அல்லது காரியத்தை விடச் சிறிதளவு கூடுதலாகவும், இரும்பு, அலுமினியம், மக்னீஷியம் போன்றவற்றைவிடக் குறைவாகவும் உள்ளது. ஃபுளூரினைக் கொண்ட சேர்மங்கள் இயற்கையில் பலவாறாகப் பரவிக் கிடக்கின்றன. பல கனிமங்கள் குறைந்த அளவு புளூரினைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் இது படிவியற் படுகைப் பாறைகளிலும் (sedimentary rock), எரிமலைப் பாறைகளிலும் (Igneous rocks) காணப்படுகிறது. இதன் முதன்மைக் கனிமமான ஃபுளூவோஸ்பார் (கால்சியம் ஃபுளூரைடு) உலகின் பல பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. மட்பாண்டத் தொழிலும், அலுமினியத் தயாரிப்பிலும் பயன்படும் கிரையோலைட் ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ) கனிமம் சில இடங்களில் காணப்படுகிறது. ஃபுளோர் அப்படைட் ( $\text{Ca}_5\text{FCPO}_4$ ) என்னும் பாறைப் பாஸ்ஃபேட் கனிமம் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. பெரும்பாலான கனிமங்களில் ஃபுளூரைடு அயனி ( $1.36 \text{ \AA}$  அல்லது  $0.136 \text{ nm}$ ) உறைட்ராக்சில் அயனியையோ ( $1.40 \text{ \AA}$  அல்லது  $0.140 \text{ nm}$ ) ஆக்சிஜன் அயனியையோ ( $\text{O}^{2-}$ ) மாற்றிவிட்டு நுழைந்துவிடுகிறது.

பயன். ஃபுளூரின் என்ற பெயர் அதன் மூலக்கனிமங்களின் (ஃபுளோர்ஸ்பார் அல்லது ஃபுளூவோரைட்) பழைய பெயரான ஃபுளூவோரிலிருந்து இடப்பட்டதாகும். ஃபுளூரின் சேர்மங்கள் கண்ணாடி, மட்பாண்டத் தயாரிப்புகளிலும், உலோகவியலிலும் உருகிய உலோகக் குழம்புகளின் ஒட்டத்தை அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இரும்பு உலோகவியலில் இரும்புக் குழம்பின் பிசுப்புத் தன்மையைக் (viscosity) குறைக்க ஊதுலையில் (blast furnace) ஃபுளூவோஸ்பார் பயன்படுகிறது. அலுமினிய உலோக வியலில் கிரையோலைட் மின்பகுளியாக இருக்கிறது. அலுமினியம் ஆக்சைடு இந்த மின்பகுளியில் கரைக்கப்பட்டு உலோகம் ஒடுக்கப்படுகிறது. 1930இல் ஃபுளூரின் உறைட்ரோகார்பன் சேர்மங்கள் குளிர்விப்பான்களாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய பதிவுரிமம் செய்யப்பட்டது. வளிமண்டலத்தில் ஹாலோஜன்கள் இருந்தாலும் குளோரோ ஃபுளூரோகார்பன்களின் அளவிடற்கரிய நிலைப்புத்தன்மை

1974ஆம் ஆண்டில் இதனை ஏரோசால் முன்னோக்கிச் செலுத்தியாகப் (propellants) பயன்படுத்துவது குறித்து ஐயம் எழுந்தது. இவை வளிமண்டலத்தில் உட்செலுத்தப்பட்டவுடன் பிரிகையடையாமல் மீவளிமண்டலம் (stratosphere) வரை உயர்கிறது. பின்னர் அங்கே புற ஊதாக் கதிர்களால் பிரிகையடைந்து குளோரின் அணுக்களாகவும் பிற பொருள்களாகவும் மாறுகிறது. குளோரின் சூரியனிடமிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களை தடுக்கும் ஒசோன் மண்டலத்தின் செறிவைக் குறைக்கிறது. இதனால் புற ஊதாக் கதிர்கள் புவியின் வளிமண்டலத்தில் நுழைந்து தோல் புற்று, கால நிலை மாறுதலால் வேளாண்மைப் பாதிப்படைதல் போன்றவை நிகழக்கூடும்.

இரண்டாம் உலகப்போரின் போதே ஃபுளூரினின் பயன்கள் பெருகின. <sup>235</sup>புளூச் செறிவுட்பட்ட பயன்படுத்தப்படும் முறைகளில் யுரேனியம் ஹெக்சா ஃபுளூரைடு பயன்படுகிறது. இந்த நிலைத்த, எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மம் வளிம ஊடுருவல் (gaseous diffusion) முறையில் ஐசோடோப்புகளைப் பிரித்தெடுக்கையில் பயன்படுகிறது. அணுக்கரு உலைகளில் யுரேனியம் ஹெக்சாஃபுளூரைடைச் செறிவுட்டி ஆற்றல் பெறப்படுகிறது.

ஜெ.உறச். சிம்மன்சும் அவர் குழுவின்மும் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடைக் கரிம வினைகளில் வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்துவதைப் பற்றி விளக்கியுள்ளனர். ஐசோஃபார் ஃபீன்களை வினையூக்க அலக்கைலேற்றம் (catalytic alkylation) செய்வதால் பெறப்படும் உயர் ஆக்டேன் எண்ணுள்ள எரிபொருள் இரண்டாம் உலகப் போரின்போது பயன்படுத்தப்பட்ட விமானங்களில் பயனாயின.

ஃபுளூரின் சேர்மங்கள் தொழிலகங்களில் பயன்படுவதைப் பற்றிப் பெரும்பாலோர் அறிந்திருக்கவில்லை யென்றாலும் இதன் சில சேர்மங்களைப் பொதுமக்கள் பரவலாகத் தெரிந்திருந்தனர். சான்றாக, இதன் சேர்மங்கள் பற்பசை, மென்கத்தி போன்றவற்றிலும், வறுக்கும் பாத்திரங்களில் (frying pans) ஒட்டாத தன்மைக்குக் காரணமாக (non sticking agent) அமைகின்றன.

டெஃப்லான் (teflon) கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின் ஃபுளூரோகார்பன் பல்லுறுப்புச் சேர்மங்கள் பெருமளவு வழக்கத்தில் வந்தன. எலும்புத் திசுவடன் ஃபுளூரின் கூடுதல் ஈர்ப்புத் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் 110 நிமிடம் அரை வாழ்காலம் கொண்ட 18F கதிரியக்க ஐசோடோப் மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. ஏவூர்தி எரிபொருள்களில் ஃபுளூரின் சேர்ம எரிபொருள்கள்



ஆக்சிஜன் எரிபொருள்களை விடப் பேராற்றலைக் கொடுக்கின்றன.

**கனிமச் சேர்மங்கள்.** ஃபுளூரின் கூடுதல் எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளமையால் இதன் சேர்மங்களில் ஃபுளூரின் எதிர்மின் தன்மைமிக்க அயனியாக விளங்குகிறது. ஃபுளூரின் இரட்டைச் சேர்மங்களைத் (binary compounds) திண்ம வடிவ (அயனி அணிக் கோவை) ஆவியாகாத உலோக ஃபுளூரைடுகள் என்றும் (பெரும்பாலும் அலோகங்களின்) ஆவியாகும் ஃபுளூரைடுகள் என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். சில உலோக ஹைட்ரோ ஃபுளூரைடுகளும், உயர்வளிம ஃபுளூரைடுகளும் ஆவியாகும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. தனிம வரிசை அட்டவணையில் வலப்பக்க உயரத்தில் இது இருப்பதிலிருந்தே ஃபுளூரின் வினைபுரியும் திறனை அறியலாம். சில வழிகளில் ஃபுளூரின் ஒரு தனித்த ஹாலோஜனாக உள்ளது. ஏனெனில் ஹாலோஜன் குடும்பத்தில், ஃபுளூரினுக்கு அடுத்து அமைந்திருக்கும் குளோரினின் பண்புகளின்றும் ஃபுளூரின் பண்புகள் பெருமளவு மாறுபடுகின்றன.

ஒரு தனிமத்தின் உலோக அல்லது அலோகப் பண்புகளை அதன் மோலால் மின்முனை அழுத்தத்தின் (molal electrode potential) மூலம் அறியலாம். ஆய்வு வழியாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இவ்வெண் எதிரெண்ணாக (negative) இருந்தால் அத்தனிமம் அலோகப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இதன்படி ஃபுளூரின் இம்மதிப்பு -2.85V ஆகும். இது குளோரினின் மதிப்பை விட (-1.36V) மிகுதியாகும். ஹைட்ரஜனுக்கு இம்மதிப்பு 0.00V ஆகும். மேலும், குளோரினைவிடக் குறைந்த பிரிகையாற்றலும் ஃபுளூரின் கூடுதல் வினைதிறன் ஆற்றலுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும். குளோரினும், ஃபுளூரின் பல வகைகளில் மாறுபடுகின்றன. ஃபுளூரைடு அயனியை முனைவாக்கம் (polarize) செய்வது கடினமாகும்.

உலோகங்கள் பெரும்பாலும் ஆவியாகாத அயனி ஃபுளூரைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றில் எலெக்ட்ரான் பரிமாற்றம் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இருக்கிறது. அதில் படிச அணிக்கோவையை அயனி அளவினால் (ionic size) அறியலாம். எ-டு: NaF,  $\text{SnF}_2$ ,  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{FvF}_4$  அணைவு எண்ணும், இணை திறனும்  $\text{BF}_3$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{WF}_6$  ஆகியவற்றில் உள்ளது போல் சமமாக இருந்தால் உலோகம் மற்றும் ஃபுளூரைடு அயனிகளுக்கிடப்பட்ட பிணைப்பு இயல்புக்கு மாறாக இருப்பதில்லை. ஆனால் அ.க.15-50அ

வினையும் பொருள்கள் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுடையனவாக உள்ளது. திண்மங்கள் அயனி அணிக் கோவையைவிட மூலக்கூறு அணிக்கோவை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன.

இரட்டை ஃபுளூரைடுகளைத் தவிரப் பெருமளவு அணைவு ஃபுளூரைடுகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலும் இச்சேர்மங்களில் மிகு ஆக்சிஜனேற்ற எண் கொண்ட ஃபுளோரோ எதிரயனி மைய அணுவுடன் சேர்ந்துள்ளது. திண்மம் போன்ற இரட்டை ஃபுளூரைடுகள் ஏனைய ஃபுளூரைடுகளுடன் சேர்ந்து மிகுதியான அணைவு மற்றும் இரட்டை உப்புகளைக் கொடுக்கின்றன. கிரையோலைட் ( $3\text{NaFAIF}_3$ ) இதற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும். இது சோடியம் ஃபுளூரோ அலுமினேட் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது.

நீண்ட காலம் எதிர்பார்க்கப்பட்ட ஹைப்போ ஃபுளூரஸ் அமிலத்தை (HOF) பெற ஃபுளூரினை ஈரமான டெஃப்லான் வளையத்திற்குள் செலுத்தி, குளிரவைப்பதால் வெண் திண்மம் கிடைக்கிறது. இதுவே HOF ஆகும். ஃபுளூரின் அலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மங்களைப் பெறுவதிலிருந்து அதன் கூடுதல் எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத் தன்மையை அறியலாம். சான்று: ஹாலோஜன் ஃபுளூரைடு  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{ClF}_5$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{IF}_5$ ,  $\text{IF}_7$ ,  $\text{BrF}_5$ ; ஆக்சிஜன் ஃபுளூரைடு:  $\text{OF}_2$ ,  $\text{O}_2\text{F}_2$ ,  $\text{O}_4\text{F}_2$ , உயர்வளிம ஃபுளூரைடு:  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{XeF}_6$ ,  $\text{KrF}_2$ . ஹைட்ரஜன், கந்தகம் பாஸ்பரஸ் போன்ற ஏனைய அலோகத் தனிமங்களுடனும், ஃபுளூரின் வினைப்பட்டு ஆவியாகும் சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. இந்த ஃபுளூரைடுகள் ஃபுளூரினைவிட மிகைவினைபுரி திறனுடையவை. போரான் டிரைஃபுளூரைடு வளிமம் கரிமக் குறுக்க வினைகளில் (condensation reaction) வினையூக்கியாகச் செயல்படுகிறது. சிலிக்கன் ஃபுளூரைடுகள் ஆவியாகக்கூடியவை. இதில் முதன்மையான சிலிக்கன் டெட்டரா ஃபுளூரைடு ( $\text{SiF}_4$ ) ஃபுளூரோ சிலிக்கேட் சேர்மங்களுக்கு மூலச் சேர்மமாக உள்ளது. இதில் உலோக ஃபுளூரைடுகளுடன் இணைந்துள்ளது.

ஏறத்தாழ அனைத்து ஆவியாகும் ஃபுளூரைடுகளும் நீருடன் வினைபுரிந்து ஆக்சிஃபுளூரைடுகளை அல்லது அதன் ஆக்சைடுகளையும் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடையும் கொடுக்கின்றன. இதற்குப் பல விதிலிலக்குகள் உள்ளன. மைய அணுவைச் சுற்றி ஃபுளூரின் அணுக்கள் கெட்டியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அந்தச் சேர்மம் நீராற்பகுப்பு

மட்டுமன்றி ஏனைய வேதி வினைகளையும் எரிக்கிறது. இதற்கு ஒரு சிறந்த சான்று சல்ஃபர் ஹெக்சாஃபுளூரைடு ஆகும். இச்சேர்மம் எளிதில் வினைபுரிவதன்று. ஆனால் சல்ஃபர் டெட்ராஃபுளூரைடு நீராற்பகுப்பிற்கும், ஏனைய வினைகளுக்கும் உட்படுகிறது.

**கரிமச் சேர்மங்கள்.** ஃபுளூரின் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை: ஹைட்ரோகார்பன் பெறுதிகள் (கரிம ஃபுளூரின் சேர்மங்கள்), ஃபுளூரின் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன்கள் என்பன. அரோமாட்டிக் வளையத்துடன் இணைந்துள்ள ஃபுளூரின். எ-டு: ஃபுளூரோபென்சீன் சேர்மம் வினை திறனற்றதாக உள்ளது. ஃபுளூரின் அரோமாட்டிக் கரு வளையத்துடன் இணைந்த சாயம் (அல்லது  $CF_3$  தொகுதி) ஆக்சிஜனேற்றத்தைத் தடுக்கிறது. மேலும் இது மெதுவாகத் துணிகளில் ஒட்டுகிறது. பெரும்பாலான அலிஃபாட்டிக் சேர்மங்கள் (எ-டு: அல்கைல் ஃபுளூரைடுகள்) நிலைப்புத்தன்மை அற்றவையாகவும், எளிதில் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடை வெளியேற்றுவவையாகவும் உள்ளன. இச்சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதும் சேமித்து வைப்பதும் கடினமாகும். மேலும் இவை மிக இன்றியமையாதவை அல்ல.

**புளூரோகார்பன்கள்.** கார்பன், ஃபுளூரின் ஆகிய தனிமங்களை மட்டும் கொண்டிருக்கும் சேர்மங்கள் ஃபுளூரோ கார்பன்கள் எனப்படுகின்றன. வேறு தனிமங்களையும் கொண்டிருக்கும் ஃபுளூரின் சேர்மங்கள் ஃபுளூரோகார்பன் பெறுதிகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை கரிமச் சேர்மங்களாகக் கருதப்படுவதில்லை: ஏனெனில் இவை கரிம வேதிச் சேர்மங்களுக்குரிய அடிப்படை வேதிவினைகளில் ஈடுபடுவதில்லை. ஹைட்ரஜன் அணுவை ஃபுளூரின் அணுவால் பதிலீடு செய்யும்போது அம்மூலக்கூறின் வேதி மற்றும் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கிறது. இதற்குக் காரணம் C - F பிணைப்பின் பேராற்றலும், ஃபுளூரின் அணுவால் உண்டாகும் மறைப்புத் தன்மையும் (shielding effect) ஆகும். கார்பன் அணுவின் சேர்ந்து பல்வேறு விதமான நீள்தொடல் அமைப்புகளை ஃபுளூரின் உண்டாக்குவதால் பல்சிய ஃபுளூரோகார்பன்களும், ஃபுளூரோகார்பன் பெறுதிகளும் உண்டாகின்றன. பல வகையான ஃபுளூரின் இணைந்த கார்பன் சேர்மங்களும் உள்ளன. இவற்றில் உள்ள மூலக்கூறுகள் ஃபுளூரோகார்பன் பண்புகளைப் பெற்ற பகுதிகளையும், கரிம அல்லது ஹைட்ரோகார்பன் பண்புகளைப் பெற்ற பகுதிகளையும் கொண்டுள்ளன. ஃபுளூரோகார்பன் பகுதிகள் அவற்றிற்குரிய இயற்பியல்

பண்பையும், வேதி மந்தத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளன. இதேபோல் கரிமப் பகுதிகள் அவற்றிற்குரிய வேதிப் பண்புகளையும், கரிம வினைகளையும் காட்டுகின்றன.

ஃபுளூரோகார்பன்கள் ஹைட்ரோகார்பன்களைப் போல் நீர் போன்ற முனைவுடை நீர்மங்களில் கரைவதில்லை. மேலும் அவை ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் கலப்பதில்லை. ஃபுளூரோகார்பன்களில் எளிய வாய்பாடுடைய  $CF_4$  1926இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இரண்டாவதான  $C_2F_6$  1930இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.  $CF_2 = CF_2$  என்னும் மூன்றாம் சேர்மம் 1933இல் தயாரிக்கப்பட்டு இனம் கண்டுகொள்ளப்பட்டது. ஆனால் இவற்றைப் பற்றிய முழு விவரங்களும் 1937ஆம் ஆண்டிலேயே நன்கு அறியப்பட்டது.

ஃபுளூரோகார்பன்களைத் தயாரிக்கப் பாதரச வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தி ஃபுளூரினும், கார்பனும் வினைப்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையால் பெருமளவு தின்ம, நீர்ம, வளிமக் கலவை வினைப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவ்வினைப் பொருள்களைத் தனித் தனியே பிரித்தெடுப்பது கடினமாகும். எனவே இவற்றைத் தயாரிக்க வேறு முறை நாடப்பட்டது. பல்வேறு விதமான சிக்கலான தயாரிப்பு முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒரு முறையில் வினையூக்கியின் முன்னிலையில் கரிமச் சேர்மங்களுடன் ஃபுளூரின் வினைப்படுத்தப்படுகிறது. மற்றொரு முறையில் முதலில் வெள்ளி டைஃபுளூரைடு அல்லது கோபால்ட் டிரைஃபுளூரைடு போன்ற உலோக ஃபுளூரைடுகளை உருவாக்கிப் பின்னர் அவை கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்விரு முறைகளும் ஆய்வகங்களில் ஃபுளூரோகார்பன்களை உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன. இம்முறைகளைக் கொண்டு பெருமளவில் ஃபுளூரோகார்பன்களைத் தயாரிக்க முடியாது. செனான் டைஃபுளூரைடு முதன்மையான, தனித்த ஃபுளூரினேற்றியாகப் (fluorinating agent) பயன்படுகிறது. இவ்வினைப்பொருள் அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக ஃபுளூரினைப் பதிலீடு செய்யும் வினைகளில் பயன்படுகிறது.

தற்காலத்தில் ஃபுளூரோகார்பன்களைத் தயாரிக்கப்  $C_2F_4$  பயன்படுகிறது. இச்சேர்மம் குளோரோஃபார்மிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இதனால் உண்டாகும்  $CF_2ClH$ ஐச் சூடுபடுத்தும்போது  $CF_2=CF_2$  உண்டாகிறது. டெட்ரா ஃபுளூரோ எத்திலீன் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைந்து டெஃப்லான் எனப்படும் நெகிழியை உண்டாக்குகிறது.



டெஃப்லான் வெப்பத்தால் இறுகும் நெகிழி (thermosetting plastic) வகையைச் சேர்ந்ததாகும். டெஃப்லான் சமையலறைப் பொருள், மென்கத்தி, தாங்கி (bearing) ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க உதவுகிறது. எத்திலீன் பெர்ஃபுளூரினேற்றம் பெற்ற புரோப்பீலின் ஆகியவை இணைந்த இணைப்பல்லுறுப்பி (copolymer) டெஃப்லானைப் போன்று வெப்பத்தாற் இளகும் நெகிழி (thermoplastic) வகையைச் சார்ந்ததாகும். இதை உயர் வெப்பநிலையில் இளக்கிப் பயன்படுத்த முடியும். இது டெஃப்லானைவிடக் கூடுதல் ஒளி ஊடுருவும் தன்மையையும் புறப்பரப்பையும் வேதிப் பண்பையும் பெற்றதாக விளங்குகிறது. மற்றொரு பயனுள்ள நெகிழி பாலிகுளோரோ டிகரைஃபுளூரோ எத்திலீன் ஆகும். இது ஒளி ஊடுருவும் வெப்பத்தாற் இளகும் நெகிழி வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

தொழிலகங்களில் எளிதில் ஃபுளூரோகார்பன்களைத் தயாரிக்க மின் வேதி முறைகள் பயன்படுகின்றன. இதில் உலோகக் கலனில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நீர்ம ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடும், ஏதாவது ஒரு கரிமச் சேர்மமும் கலந்த கலவையில் மின்முனைகள் செருகப்பட்டுள்ளன. நிக்கல் மின்முனை நேர்முனையாக உள்ளது. மின்சாரம் மின்முனைகளின் வழியே பாயும்போது ஹைட்ரஜன் உண்டாகிறது. வினையும் ஃபுளூரோகார்பன் வளிமமாக இருந்தால் அது ஹைட்ரஜனுடன் சேர்ந்து வெளியேறுகிறது. அதனைப் பின்னர் பிரித்தெடுக்கலாம். அதுவே நீர்மமாக இருந்தால் கலன் அடியில் தங்கிவிடுகிறது. ஏனெனில் அது நீர்ம ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடில் கரைவதில்லை. இதை எளிதில் பிரித்தெடுத்துவிடலாம். ஃபுளூரோகார்பன் வினைப்பொருள் பொதுவாக மூலக் கரிமச் சேர்மத்தின் அமைப்பைப் பெற்றிருப்பதில்லை. எனவே வேண்டிய பொருள்களைப் பெற இத்துறையில் அனுபவம் வேண்டும். இம்முறையால் வினையும் பொருள்களில் ஃபுளூரினும், கார்பனும் அடங்கிய ஃபுளூரோகார்பன்கள் மட்டுமல்லாமல், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன், கந்தகம், சேர்ந்த ஃபுளூரோ கார்பன்களும் காணப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் குறைந்த விழுக்காட்டில் ஹைட்ரஜனும் அவற்றில் சேர்ந்துள்ளது.

நிறைவுற்ற ஃபுளூரோகார்பன்கள் பெரும்பாலான வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவை அமிலமாகவோ, காரமாகவோ ஆக்சிஜனேற்றியாகவோ, இறக்கியாகவோ ஏறத்தாழ 600°C வெப்பநிலையிலோ

இருக்கலாம். ஆனால் நிறைவுறா ஃபுளூரோகார்பன்கள் சில சமயங்களில் கரிம ஒலிஃபீன் சேர்மங்களின் பண்புகளைக் காட்டுகின்றன. சில சமயங்களில் காட்டுவதில்லை.

ஃபுளூரோகார்பன் பெறுதிகள். ஆக்சிஜனைப் பெற்றுள்ள ஃபுளூரோகார்பன்களை  $OF_2$  இன் பெறுதியாகக் கருதலாம். ஒன்று அல்லது இரண்டு கார்பன் அணுக்களையும் ஃபுளூரோகார்பன் உறுப்புகளால் பதிலீடு செய்யலாம்.  $CF_3COF$  மிகத் தீவிரமாக வினைபுரியும் வினைப் பொருளாகும். ஆனால்  $CF_3OCF_2$  அல்லது கூடுதல் மூலக்கூறு எடையுடைய ஃபுளூரோகார்பன் ஆக்சைடுகள் (எ-டு):  $C_3F_7OC_2F_5$  மூல ஃபுளூரோகார்பன்கள் போலவே வேதிவினையில் ஈடுபடுவதில்லை. கரிம ஈத்தர்களைப் போல் ஒத்த மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டிருந்தாலும் வேதி வினையில் ஒத்திருப்பதில்லை.  $R_1R_2C = O$  போன்ற வாய்பாட்டைப் பெற்ற சேர்மங்கள் ஃபுளூரோ கார்பன் ஆக்சைடுகளைவிடக் கூடுதல் வினைத்திறன் கொண்டவை. ( $R = CF_3, C_2F_5, C_3F_7$  போன்ற ஃபுளூரோ கார்பன் தொகுதி)  $RCOF$  போன்ற மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட சேர்மங்கள் நீருடன் வினைபுரிந்து ஃபுளூரோகார்பன் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வமிலங்கள் சாதாரண கரிம அமிலங்களைப் போன்று அமிலத் தன்மையுடையனவாக உள்ளன. இவற்றை ஒடுக்குவதால் ஆல்டிஹைடுகளும், ஆல்கஹால்களும் உண்டாகின்றன.

நைட்ரஜன் கொண்ட ஃபுளூரோகார்பன்கள்  $NF_3$  இலிருந்து பெறப்படுகின்றன.  $R_1R_2R_3N$  போன்று மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட ஃபுளூரோ கார்பன்கள் ஃபுளூரோகார்பன் ஆக்சைடுகளைப் போன்றே வேதி வினைப் பொருள்களுடன் வினைபுரிகின்றன. இவை அமிலங்களுடன் வினைபுரிந்து உப்புகளை உண்டாக்குவதில்லை. ஆதலால் இவை அமின்கள் அல்ல. ஃபுளூரோகார்பன் நைட்ரைடுகள் என்று இவை குறிப்பிடப்படுகின்றன.  $R_1R_2NF$  மற்றும்  $RNF_2$  என்னும் வாய்ப்பாடுகளைக் கொண்ட சேர்மங்களும் உள்ளன.  $RSF_5$  மற்றும்  $R_1R_2SF_4$  என்னும் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு சேர்மங்கள் ஃபுளூரோகார்பன் நைட்ரைடுகளைவிடச் சற்றுக் கூடுதலாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன.

த. தெய்வீகன்

## புளுரைட்

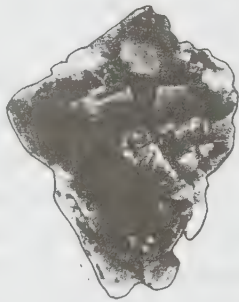
இது கனசதுரத் தொகுதியைச் சார்ந்த கனிமம் ஆகும். புளுரைட் என்பது தொகுப்புத் தனிமங்களைக் குறிப்பிடுகிறது. இதில் அதன் வேதியியல்பில் பல்வேறு விதமான கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. இதன் கனசதுரப் பக்கங்கள் மென்மையானவையாகவும், எண்பட்டகங்கள் கடினமானவையாகவும் மங்கலானவையாகவும் காணப்படும். பொதுவாகப் பெரும்பாலான சிறிய படிகங்கள் இணையான திரட்சி கொண்டிருக்கும். திண்மையாக, பருத்த முதல் நுண்மையான துகள் வரை காணப்படும். சீரான பிளவுடைய இதன் ஒப்படர்த்தி 3.01 - 3.25 ஆகும். படிக உருவத்தில் இதன் ஒப்படர்த்தி 3.18 ஆகும். மோஸ் அளவின்படி கடினத்தன்மை 4; கண்ணாடி மிளிர்வும் சங்கு முறிவும், நொறுங்கும் தன்மையும் பெற்றது. வெள்ளை, மஞ்சள், பச்சை, ரோஜா, சிவப்பு, கருநீலம், வான் நீலம், பழுப்பு அரிதாகச் சிவப்பு நிறங்களில் காணப்படுகிறது. (111) படிகத் தளத்தில் ஒன்றையொன்று இடைச்செருகிக் காணப்படும். கனிமப் பிளவுத்தளம் (111). அதன் நிறம் எக்ஸ்கதிர், ரேடியம் கதிர், புற ஊதாக்கதிர், அழுத்தம், வெப்பம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது. வெப்பப்

படுத்தும்போது நீலவண்ண ஒளியை உமிழ்கிறது. சிலவற்றைக் கத்தியால் கீறும்போது ஒளியை உமிழ்கிறது. இது அணு உட்கூறுவின் இழுவிசையால் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு ஒளி உமிழ்வு ஏற்படுவதால் லத்தீன் சொல் புளூர் (Fluere - ஒளி பாய்தல்) என்பதால் குறிக்கப்படுகிறது. இதனைப் புளூர் பட்டகம் எனவும் குறிப்பிடுவர்.

இப்பாறை நுண்ணோக்கியில் காணும்போது ஒரே வகையான ஒளி ஊடுருவலையுடையது. ஊதா மற்றும் கருநீல வண்ணங்களில் மெல்லிய சீவல்களும் காணப்படும்.  $n = 1.433 = Ca$  கனிமப்பிளவுகள்  $70^\circ$  கோணத்தில் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்ளும்.

வேதிக்கூறு  $CaF_2$ ;  $F = 48.9$ ;  $Ca = 51.1$  சில சமயம் குளோரின் காணப்படும். குளோரோபேன் - பச்சை ஒளியை வெப்பப்படுத்தும்போது உமிழப்படுகிறது. இட்ரோபுளுரைட் -  $CaF_2YF_3$ ; 50%  $YF_3$ ; இட்ரோசெரைட் -  $CaF_2(Y,Ce)F_3$ ; 55%  $CeF_3$ .

புளுரைட் வகுப்புக் கனிமங்கள், ஜாம்போதினைட் -  $CaF_2 \cdot 2MgF_2$ , செல்லைட் -  $(MgF_2)$ , லாரன்சைட் -  $(FeCl_2)$ , மாலிசைட் -  $(FeCl_3)$ , புளுசெரைட் -  $((Ce, La, Di)F_3)$ ,



புளுரைட் கனிமமும் அதன் படிக அமைப்பும்



ஹைட்ரோபிளைட் - ( $\text{KCaCl}_3$ ), குளோரோ மாங்கனைட் -  $4\text{KCl} \cdot \text{MnCl}_2$ , ரின்னெயைட் -  $\text{FeCl}_2 \cdot 3\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ .

புளூரைட் வெப்ப நீர் படிவுகளாக நரம்பமைவு முறையில் காணப்படுகிறது. இதனுடன் மாசுகளாக இரும்புக் கனிமங்களும், காரீயம், வெள்ளி, துத்தநாகம், குவார்ட்ஸ், கால்சைட், பேரைட் போன்றவையும் காணப்படும். நியூமெட்டாலிட்டிக் (pneumetolytic) வெப்ப நீர் உருமாற்றப் பாதைகளில் டூர்மலின் (tourmaline), புஷ்பராகம் (topaz), லெப்பிடோலைட் மற்றும் அபடைட் போன்றவற்றுடன் இணைந்து காணப்படும். ப. அப்பாறைகளில் டோலமைட் மற்றும் சுண்ணாம்புப் பாதைகளுடன் உள்ளது. கிராணைட்டுப் பாதைகளில் துணைக்கனிமமாகக் காணப்படுகிறது. எரிமலைப் பாதைகள் பதங்கமாகும் படிவங்களாகத் தோன்றுகிறது.

இங்கிலாந்தின் வடபகுதியில் காரீய உலோகச் சுரங்கத்தில் துணைக் கனிமமாக வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. வெப்ப நீர் ஊற்றுக்களில் (அல்பைன் நரம்பமைவு மாதிரிப் படிவுகள்) கிராணைட் மற்றும் பெக்மடைட்டுகளில் ஹார்டின், போப், இல்லினாய்ஸ் கென்டகி போன்ற அமெரிக்காவின் சில பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. மேலும், நியூமெக்கிகோ, கொலராடோ, நியூயார்க், ஜெர்மனி, பிரான்ஸ், இத்தாலி, போன்ற நாடுகளில் ரோஜா நிறப் புளூரைட் காணப்படுகிறது. மெக்சிகோ, ரஷ்யா, ஸ்பெயின், சீனா, பிரான்ஸ், தாய்லாந்து, டினிசியா, இங்கிலாந்து, இத்தாலி, ஜெர்மனி, அமெரிக்கா, மங்கோலியா, ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் வெட்டியெடுக்கப் படுகிறது.

இந்தியாவில் குஜராத் மாநிலத்திலுள்ள பரோடா மாவட்டத்தில் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. இங்குப் பாதைப் பிளவுகளில் காணப்படுகிறது. இராஜஸ்தான் சுரங்க மேம்பாட்டுக் கூட்டுறவு நிறுவனத்தால் வெட்டியெடுக்கப் படுகிறது. மேலும் இந்தியாவில் விகார், ஜோலார், மத்தியப் பிரதேசம் போன்ற இடங்களில் கிடைக்கிறது.

பயன். இது இரும்பு உருக்காலையில் இளக்கியாகவும், மின்முனையாகவும், கண்ணாடித் தொழிற்சாலையில் மாசு நீக்கியாகவும், அலுமினியத் தொழிற்சாலையில் கிரையோலைட்டு, கரிம, கனிமச் சேர்மங்களில் புளூரினாகவும் பயன்படுகிறது.

என். முத்துகிருஷ்ணன்

துணைநூல். R.K. Sinha, *Industrial Minerals*, Oxford & IBM Publishing Co., Bombay, 1984.

## ஃபுளூரைடு

ஃபுளூரின் அணு 1- ஆக்சிஜனேற்ற நிலையிலிருக்கும் ஹைட்ரோஃபுளூரின் அமிலத்திலிருந்து பெறப்படும் பெறுதிகள் ஃபுளூரைடுகள் (fluorides) எனப்படுகின்றன. இவை ஏனைய ஹாலைடுகளிலிருந்து பெரிதும் மாறுபடுகின்றன.

ஃபுளூரைடு அயனியின் அளவு சிறியதாக உள்ளமையால் எஞ்சிய எலக்ட்ரான்கள் வன்மையாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே ஃபுளூரைடு அயனியை ஃபுளூரின் மூலக்கூறுகளாக மாற்றுவது கடினம். மேலும் ஃபுளூரைடு அயனியின் சிறிய அளவால் சாதாரண உப்புக்களில் சக பிணைப்பு உண்டாவது ( $\text{HgF}_2$ ) கடினமாகிறது. ஆனால் இதனையொத்த குளோரின் சேர்மம் ( $\text{HgCl}_2$ ) மூலக்கூறு படிவமாக உள்ளது. இதனால் பெரும்பாலான ஃபுளூரைடு சேர்மங்களின் மைய அணு உயர் ஆக்சிஜனேற்ற எண்ணைப் பெற்றுள்ளது. ஆனால் மற்ற ஹாலைடு சேர்மங்களில் இதற்கு நேர்மாறாக உள்ளது. எ-டு: வெனேடியம் பென்ட்டாஃபுளூரைடு ( $\text{VF}_5$ ), குரோமியம் டெட்ரா ஃபுளூரைடு ( $\text{CrF}_4$ ), பிஸ்மத்மென்ட்டா ஃபுளூரைடு ( $\text{BiF}_3$ ), சல்ஃபர் ஹெக்சாஃபுளூரைடு.

இவற்றில் முதன்மையானவை ஹெக்சா ஃபுளூரைடுகளாகும். இவை எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுடையனவாக உள்ளன. கந்தகம், செலினியம், டெலூரியம், மாலிட்டினம், மங்ஸ்ட்டன், ஈனியம், ஆஸ்மியம், இரிடியம், பிளாட்டினம், யுரேனியம், நெட்டுனீயம், புளூட்டோனியம் ஆகியவற்றின் ஹெக்சாஃபுளூரைடுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. செனான் ஃபுளூரைடு ( $\text{XeF}_6$ ) தற்போது தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் உயர் வளிமங்களும் வேதிவினையில் ஈடுபடுவது உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஃபுளூரைடு அயனி ஃபுளூவோபோரேட் ( $\text{BF}_4^-$ ), ஃபுளூவோ அலுமினேட் ( $\text{AlF}_6^{3-}$ ), ஃபுளூவோசிலிக்கேட் ( $\text{SiF}_6^{2-}$ ), ஹெக்சா ஃபுளூரோபெர்ரேட் ( $\text{PF}_6^-$ ), ஹெக்சாஃபுளூரோ பெர்ரேட் ( $\text{FeF}_6^{3-}$ ) போன்ற நிலைத்த அணைவு அயனிகளைத் தோற்றுவிக்கும். மேலும் எதிரயனிகளிலிருந்து ஆக்சிஜனை வெளியேற்றி ஃபுளூரோபாஸ்ஃபேட், ஃபுளூவோபோரேட், ஃபுளூவோசிலிக்கேட், புளூவோ சல்ஃபோனேட் போன்றவை உண்டாகின்றன. சில ஃபுளூவோ ஃபாஸ்ஃபோரிக் அமில எஸ்ட்டர் நரம்பு வளிமமாகவும் ஏனைய சில பூச்சி கொல்லியாகவும் விளங்குகின்றன.

கனிம ஃபுளூரைடுகளின் கரைதிறன் ஹாலைடு உப்புக்களினின்றும் வேறுபடுகின்றன. சான்றாக, வெள்ளி

ஃபுளுரைடு (AgF), தாலஸ் ஃபுளுரைடு (TlF), மெர்குரஸ் ஃபுளுரைடு ( $Hg_2F_2$ ) போன்றவை அவற்றை ஒத்த குளோரைடு உப்புக்களைவிட விரைவாகக் கரைவனவாகவும், மக்னீஷியம் ஃபுளுரைடு ( $MgF_2$ ), கால்சியம் ஃபுளுரைடு ( $CaF_2$ ), ஸ்ட்ராண்ஷியம் ஃபுளுரைடு ( $SrF_2$ ), பேரியம் ஃபுளுரைடு ( $BaF_2$ ), லித்தியம் ஃபுளுரைடு (LiF) போன்றவை அவற்றையொத்த குளோரைடு உப்புக்களைவிடக் குறைவாகக் கரைவனவாகவும் உள்ளன.

இயற்கையில் கிடைக்கும் ஃபுளுரின் சேர்மங்களில் கிரையோலைட் ( $Na_3AlF_6$ ) அலுமினிய உலோகவியலில் இளக்கியாகவும் செயல்படுகின்றன. சோடியம் ஃபுளுரைடு பூச்சிகொல்லியாகவும், எலிகொல்லியாகவும் பயன்படுகிறது, மேலும் பற்களின் ஈறுகளைக் கெட்டிப்படுத்தவும் பற்பசையில் ஃபுளுரைடுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஆய்வகத்தில் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் சேர்ப்பதன் மூலம் இதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதனால் உண்டாகும் ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடு கண்ணாடியை அரிக்கிறது. (காண்க: ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடு)

த.தெய்வீகன்

## ஃபுளுரோகார்பன்

ஃபுளுரினும் கார்பனும் கொண்ட சேர்மங்களே ஃபுளுரோகார்பன்கள் எனப்படும். இவை ஹைட்ரோ கார்பன்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்குப் பதிலாக ஃபுளுரின் அணுக்களைப் பதிலீடு செய்வதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன. கார்பன் ஃபுளுரின் பிணைப்பு பிற கார்பன் - தனிம அணு பிணைப்பைவிட வலிமை மிக்கதாகையால் ஃபுளுரோகார்பன்கள் மிக்க நிலைப்புத்தன்மையும் மந்த வேதித் தன்மையும் கொண்டவை. பெரும்பாலும் எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய நீர்மங்கள் இப்பண்புகளின் காரணமாக ஃபுளுரோகார்பன்கள் பயனுள்ள பல பொருள்களாக அமைகின்றது.

ஃபுளுரோகார்பனும் பயனும். ஃபுளுரோகார்பன்களில் முதன்மையானவை ஃபிரியான்கள் ஆகும். இவை மெத்தேன் ( $CH_4$ ), எத்தேன் ( $C_2H_6$ ) ஆகிய ஹைட்ரோகார்பன்களின் ஃபுளுரோ, குளோரோ பெறுதிகள் ஆகும். கார்பன் டெட்ரோகுளோரைடு, குளோரோஃபார்ம் ( $CHCl_3$ ), ஹெக்சாகுளோரோ எத்தேன் ( $C_2Cl_6$ ) ஆகியவற்றின் மீது ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடு (HF), ஆண்டிமனி புளுரைடு ஆகியவற்றின் வினையாலும் இவற்றைப் பெறலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, டைகுளோரோ டைஃபுளுரோ மெத்தேன் ( $CCl_2F_2$ ) என்னும் ஃபிரியான், ஆண்டிமனி பெண்டா ஃபுளுரைடு ( $SbF_5$ ) முன்னிலையில் கார்பன் டெட்ரோ குளோரைடின் மீது ஆண்டிமனி டிரைபுளோரைடின் வினையால் பெறப்படுகின்றன.



பலவகைப்பட்ட ஃபிரியான்கள் அவற்றின் வணிகப் பெயர்களாலேயே குறிக்கப்படுகின்றன. சில குறிப்பிடத்தக்க ஃபிரியான்கள் பின்வருமாறு:

சேர்மம்	வணிகப் பெயர்	வேதிப் பெயர்
$CFCI_3$ ஃபிரியான் 11	டிரைகுளோரோ ஃபுளுரோமெத்தேன்	
$CF_2Cl_2$ ஃபிரியான் 12	டைகுளோரோடை ஃபுளுரோமெத்தேன்	
$CF_3Cl$ ஃபிரியான் 13	குளோரோட்ரைஃபுளுரோ மெத்தேன்	
$CF_4$ ஃபிரியான் 14	டெட்ராஃபுளுரோ மெத்தேன்	

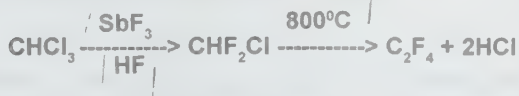
ஃபிரியான்கள் நிலைப்புத்தன்மையும், மந்த வேதித் தன்மையும் கொண்ட, உடலுக்கு ஊறு விளைவிக்காத, எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய நீர்மங்கள் ஆகும். எனவே, இவை குளிர் கருவிகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பெரிதும் பயன்படக் கூடிய ஃபிரியான் டைக்குளோரோ டைஃபுளுரோ மெத்தேன் ( $CCl_2F_2$ ) ஆகும். இதன் கொதிநிலை  $-30^\circ C$ . குறைந்த கொதிநிலை காரணமாக ஃபிரியான்கள் சிறந்த காற்றுக் கூழ்மை உந்திகளாக, பூச்சிகொல்லி, வண்ணப்பூச்சு முதலியவற்றைத் தெளிப்பதில் பயன்படுகின்றன.

குளோரோ ஹைட்ரோகார்பன்கள் போன்று வலிமை மிக்க காரைப்பான்களாக இல்லாமல் ஓரளவு வலிமை குன்றிய கரைப்பான்களாகச் செயல்படுவதால் மின்னணுக் கருவி, எந்திரக் கருவி முதலியவற்றில் உள்ள நெகிழி போன்ற பொருள்கள் கரையாமல் அவற்றில் உள்ள எண்ணெய் முதலிய மாகப் பொருள்களை நீக்கித் தூய்மை செய்யப் பயன்படுகின்றன.

ஃபுளுரோ கார்பன்களில் இன்றியமையாதது டெட்ராஃபுளுரோ எத்தலீன் ( $C_2F_4$ ) ஆகும். இதனைக்



குளோரோஃபார்மின் மீது குளோரோடைஃபுளூரோ மெத்தேனை 800°க்கு வெப்பப்படுத்துவதன் மூலம் பெறலாம்.



டெட்ராஃபுளூரோ எத்திலின் ஃபெரஸ் சல்ஃபேட், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஆகிய வினையூக்கிகளின் முன்னிணையில் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்யப்பட்டால் கிடைப்பது பாலிடெட்ராஃபுளூரோ எத்தேன் (PTFE) அல்லது டெஃப்ளான் எனப்படும் நெகிழி ஆகும். இது மிகுந்த நிலைப்புத்தன்மையும் உறுதியும், மிகவும் மந்த வேதித் தன்மையும் கூடுதல் வெப்ப மின் தடையும் கொண்டது. எனவே இது மின்காப்பீடு எக்கி (valve) ஆகியவற்றைச் செய்யப் பயன்படுகிறது. மேலும் நீர் ஒட்டாத புறப்பரப்புத் தேவைப்படும் கருவிகளில் பூசப்படுகிறது.

பிறிதொரு குறிப்பிடத்தக்க ஃபுளூரோகார்பன், ஹாலோத்தேன் எனப்படும் 2 - புரோமோ - 2 - குளோரோ - 1, 1, 1 டிரைஃபுளூரோ எத்தேன் ஆகும். சிறந்த மயக்கமருந்தாக இன்றும் இது பயன்படுகிறது.

ஃபுளூரோகார்பன்களின் தீமை. மிகுந்த நிலைப்புத் தன்மை காரணமாகத் தீமையற்றவையாகக் கருதப்படும் ஃபிரியான்கள் முதலியன காலப்போக்கில் மிகுந்த ஊறு விளைவிக்கவல்லவையாகவும் உள்ளன. கதிர்வாழ்வு மிகுந்து வரும் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய புறஊதாக் கதிர்களை வளி மண்டலத்தில் உள்ள ஒசோன் வளிமம் உறிஞ்சுவதன் மூலம் மிகக் குறைந்த அளவு புறஊதாக் கதிர்களே புவியை அடைகின்றன. ஃபுளூரோகார்பன்கள் புற ஊதாக் கதிர்களால் எளிதில் சிதைவடைவதால் கிடைக்கும் குளோரின் அணுக்கள் ஒசோனைச் சிதைக்கும் வினையில் வினையூக்கியாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே வளி மண்டலத்தில் பாதுகாப்பு வளையம் போன்று உள்ள ஒசோன் அளவு குறைந்தால் உலகைத் தாக்கும் புற ஊதாக் கதிர்களின் அளவு மிகுந்து உயிரினங்கள் அனைத்திற்கும் பெருங்கேடு நிகழ வாய்ப்புள்ளது.

வி. சேதுராமன்

துணைநூல். Andrew Streitwieser Jr. and Clayton A. Heathcock. *Introduction to Organic Chemistry*, Second Edition, Macmillan Publishing Co., New York, 1981.

## புளூரோகேன்த்தோடி

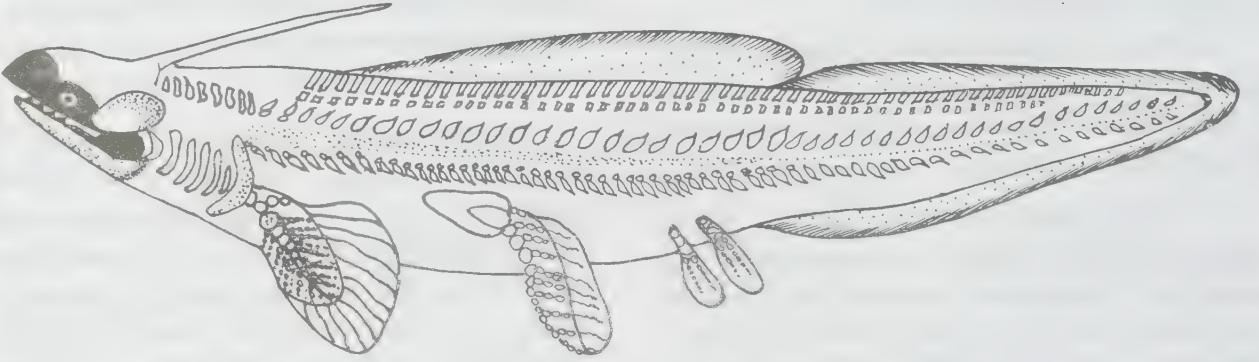
விலங்குகளில் மீன் இன வகுப்பைச் சார்ந்தது புளூரோகேன்த்தோடியாகும். மீன் தாடையுள்ளவை பிரிவில் முதல் வகுப்பில் இடம் பெறுகிறது. சைலூரியல் காலத்தில் மீன் தோன்றியது. அது படிமலர்ச்சியடைந்து தொடக்க நிலை டிவோனியன் காலம் முதல் தொடக்க நிலைக் கார்பானிபெரஸ் காலம் வரை உலகிலுள்ள அனைத்து நீர் நிலைகளிலும் மிகுதியாக வாழ்ந்து வந்தது. பொதுவாக மீன், குருத்தெலும்பு மீன், எலும்பு மீன் என இருவகைப்படும். குருத்தெலும்பு மீன் முதலில் தோன்றியது. இதிலுள்ள ஒரு சிறிய வரிசையே புளூரோகேன்த்தோடி (Pleurocanthodii) ஆகும். இது அறவே அழிந்துவிட்ட நன்னீர் சுறாவினைப் போன்ற மீனாகும். இச்சிறிய வரிசையில் புளூரோகேன்த்தஸ் என்னும் மீன் வகைகளைப் பற்றி மட்டுமே விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. புளூரோகேன்த்தஸ் மீன் கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் தோன்றி வாழ்ந்தது என அறியப்பட்டுள்ளது.

புளூரோகேன்த்தஸ் மீன் ஆறுகளிலும், நீர் நிரம்பிய குளங்களிலும் வாழ்ந்தது. இது 60 - 90 செ.மீ. நீண்டு காணப்படும். எளிதாக நீரில் நீந்திச் செல்வதற்கு வசதியாக உடலின் நடுப்பகுதி பெருத்தும், இரு முனைகளிலும் கூர்மையாகவும் அமைந்திருக்கும். தலை, உடல், வால் என இதற்கு மூன்று பகுதிகள் உண்டு. தலையின் முன் பகுதி நீண்டு கூர்மையாக இருக்கும். இதற்கு முன் மூக்கு என்று பெயர்.

உடல் செதில்களால் ஆன போர்வையால் மூடப் பட்டிருக்கும். இது இம்மீனுக்குப் புறச்சட்டமாக அமைகின்றது. ஒவ்வொரு செதிலும் ஓர் அகன்ற கீழ்த்தகட்டில் பொருத்தப்பட்ட நுண்ணிய முள்களால் ஆனது. தலையின் அடிப்பக்கத்தில் முன் முனைக்குச் சற்றுப் பின்னால் பிறை வடிவில் வாய் அமைந்துள்ளது. வாயின் மேலும், கீழும் தாடை உள்ளது. இரு தாடைகளிலும் கூர்மையான பற்கள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன. தலையின் இரு பக்கங்களிலும் இரண்டு பெரிய கண்கள் உள்ளன. இவை அசையும் தன்மையற்ற மேல், கீழ் இமைகளாலும், அசையக்கூடிய தேவையானபோது கண்களை மூடப் பயன்படும் சவ்வாலும் (nictitating) மூடப்பட்டுள்ளன. வாயின் முன்னால் இரு மூக்குத் துளைகள் உள்ளன. வாய்க்கும், மார்புத் துடுப்புக்கும் இடையே ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஐந்து செவுள் பிளவுகள் உள்ளன. இவை சுவாசம் நடைபெறுவதற்குப் பெரிதும் உதவுகின்றன.



புளுரோகேன்தஸ் சுறா



டுசெனியின் புதைப்படிவம்

## புளுரோகேன்தஸ்

புளுரோகேன்தஸின் முதுகுத்துடுப்பு உடலின் இறுதிப் பகுதி வரை நீண்டிருக்கும். பக்கத் துடுப்புகள் மிக நன்றாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படும். வால் துடுப்பு இரு சம பகுதிகளை உடையது. தலையின் முன் பகுதியில் கூர்மையான அலகு போன்ற உறுப்பு (rostrum) உள்ளது. இது மூன்று குருத்தெலும்புகளால் ஆனது. புளுரோகேன்தஸின் குறிப்பிடத்தக்க பண்புகளில் ஒன்று தலையின் பின்புறத்தில் அமைந்துள்ள மிக நீளமான முள்ளெலும்பு ஆகும். எதிரியைத் தாக்குவதற்கான உறுப்பாக இது இருந்திருக்க வேண்டும்.

முதுகெலும்பு பல முள்ளெலும்புகளைக் கொண்டுள்ளது. முள்ளெலும்பின் நடுப்பகுதி இரு முனைகளிலும் குழியற்றுக் காணப்படுகிறது. சென்ட்ரத்துடன் இணைந்து இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக குறுக்கு நீட்சிகள் உள்ளன. இவை உடலின் முற்பகுதியில் பெருத்தும் பிற்பகுதியில் சிறுத்தும் காணப்படும். வால் பகுதியில் இக்குறுக்கு நீட்சிகள், கீழ்நோக்கி ஒன்று சேர்ந்து குருதிக்குழாய் செல்லும் வளைவுகளாக அமைந்துள்ளன. மார்பு அல்லது தோள் வளையம் இறுதிச் செவுள் வளைவுக்குப் பின் உடல் சுவரில் புதைந்து காணப்படுகிறது. மார்புத் துடுப்புகள்



இதனுடன் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும், ஏறக்குறைய ஒவ்வொரு பாதியின் நடுவிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

இடுப்பு வளையம் பொதுக் கழிப்பறையின் முன் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இதன் இரு பக்கங்களிலும் இடுப்புத் துடுப்புகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு இடுப்புத் துடுப்பும் பின்னோக்கித் திரும்பியிருக்கும் ஓர் அடிக்குருத்தெலும்பைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றுடன் பல ஆர்க்குருத்தெலும்புகளும், துடுப்பின் மேற்பகுதியை ஆதரிக்கும் செரட்டோட்ரைக்கியாகயும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆண் புளூரோகேன்ந்தசில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள பின் குருத்தெலும்பு பெரிதாக்கப்பட்டு வரிப்பள்ளம் கொண்டு பற்றும் உறுப்பாக அமைந்துள்ளது. இது இனப்பெருக்கத்திற்கு துணை உறுப்பாகும்.

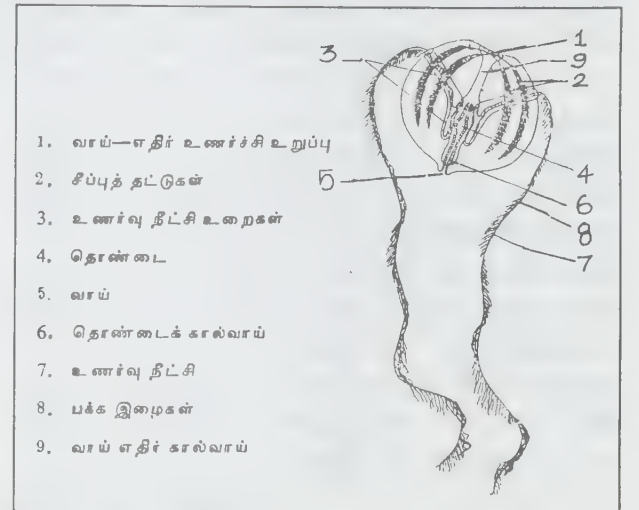
மீன்களில் ஒரு மிகச் சிறிய தொகுப்பாகிய புளூரோகேந்தஸ் தொடக்க நிலைக் கார்போனிபெரஸ் காலத்திலிருந்து தொடக்கநிலைப் பெர்மியன் காலம் வரை வாழ்ந்திருந்ததாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இக்குறுகிய காலத்திற்குள் இவ்வகை மீன் ஐரோப்பாக் கண்டம், பிரிட்டன், தெற்கு வேல்ஸ், வட அமெரிக்கா முதலிய இடங்களில் மிகுதியாக வசித்து வந்ததாகப் புதை படிவங்கள் சான்றளிக்கின்றன. மேலும் இது கடல் வாழ் சுறாக்களிலிருந்து நன்னீர் நிலைகளில் வாழ்வதற்கேற்ற படிமலர்ச்சியடைந்திருக்க வேண்டும். நன்னீர் நிலைகளிலுள்ள சூழ்நிலை உயிர் வாழ்வதற்கு ஒவ்வாததால் சில இனங்கள் மீண்டும் தம் இருப்பிடமான கடலுக்கே திரும்பியிருக்கக்கூடும். ஒரு சில இனங்கள் மட்டுமே நன்னீரில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்பைப் படிமலர்ச்சியின் காரணமாகப் பெற்றன. இவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கது புளூரோகேன்ந்தஸ் ஆகும். காலத்தின் சூழ்நிலைக்கேற்ப இது மேலும் படிமலர்ச்சியடைய முடியாத காரணத்தால் இதன் இனம் குறுகிய காலத்தில் அழிந்துவிட்டது.

ஜி. இலக்குமணன்

## புளூரோபிராக்கியா

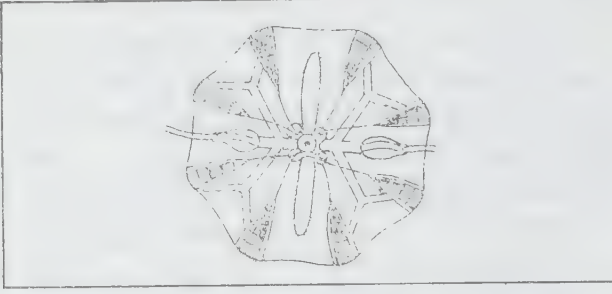
இது கடலின் மேற்புறப் பகுதியில் காணப்படுகின்ற குழியுடலி உயிரியாகும். டினோப்போரா வகையைச் சேர்ந்த புளூரோபிராக்கியா (Pleurobrachia), ஹார்மிபோரா (Hormipora) போன்ற ஒத்த உயிரிகள் அனைத்தும் சீப்பு ஜெல்லி (Comb-Jelly) என்றும், கடல் வாதுமை (sea walnuts) என்றும் பொதுவாகக் குறிக்கப்படுகின்றன.

வட்டமான கோள வடிவான உருவத்தையுடைய புளூரோபிராக்கியாவின் உடலில் சமமான எட்டுப் பட்டைகள் கீழ்நோக்கி வாய் முனையின் தொடக்கம் முதல் உடலின் சிறிது பகுதி வரையிலும் அமைந்துள்ளன. வாய்க் கோளத்தின் ஒரு முனையில் உணர்வு உறுப்பும் அதன் எதிர் முனையில் வாயும் உள்ளன. இவ்வுணர்வு உறுப்பை வாய் எதிர் உணர்வுறுப்பு என்பர். உடம்பிலுள்ள பட்டைகளில் அமைந்துள்ள குறுக்குத் தட்டுகளின் நீண்ட குற்றிலைகளின் தொடக்க முனைகள் இணைவதால் தோன்றியுள்ளன. இத்தட்டு, நீந்தும் தட்டு அல்லது சீப்புத் தட்டு என்று குறிக்கப்படுகிறது. இத்தட்டு தொடர்ந்து அமைந்துள்ளமையால் இவ்வுயிரி இடம்விட்டு இடம் செல்ல முடிகிறது. உணர்வு நீட்சியில் எண்ணற்ற பக்க இழைகளையும் ஒட்டும் செல்களையும் (adhesive cells) காணலாம்.



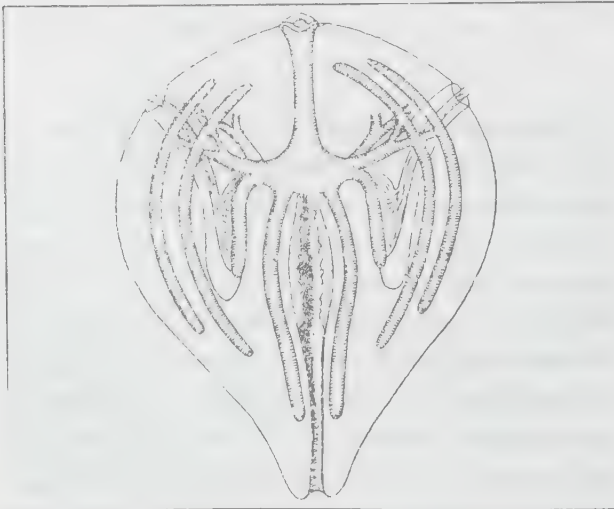
படம் 1. புளூரோபிராக்கியா

இரைப்பைக்குருதித் தொகுப்பு. வாய், உணர்வு நீட்சி அச்சில் உள்ள குழாயில் திறக்கிறது. இக்குழாய் கருவியல் அடிப்படையில் தொண்டை (pharynx) அல்லது (stomodaeum) எனப்படுகிறது. இதன் உள் உடற்சுவர் எண்ணற்ற மடிப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. உடலின் மூன்றில் இரு பங்கு வரையில் வாய் எதிர்முனையை நோக்கி இக்குழாய் நீண்டுள்ளமையால் தொண்டை ஒரு குறுகிய பகுதியின் மூலம் ஓர் அறையில் திறக்கிறது. இப்பகுதியை உணவுக்குழல் (oesophagus) என்பர். தொண்டை திறக்கின்ற அறை வயிறு (Infundibulum) எனப்படுகிறது. அகப்பைத் தோற்றத்தைக் கொண்ட வயிறு, சாஜிட்டல் அச்சில் தட்டையாக அமைந்துள்ளது.



## படம் 2. வாய் எதிர் முனைத்தோற்றம்

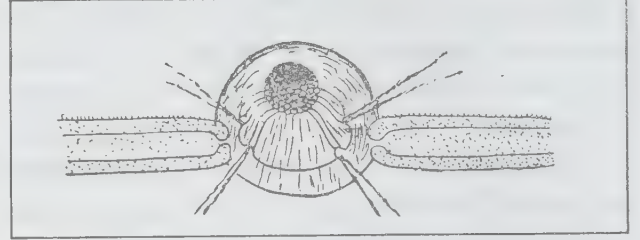
வயிற்றிலிருந்து வாய் எதிர்முனைக்குச் செல்லும் கால்வாய், வாய் எதிர்முனைக்கால்வாய் (aboral canal) எனப்படுகிறது. ஸ்டாட்டோசிஸ்டிக்குக் கீழாக ஓடும் இக்கால்வாய் வாய் எதிர்முனையில் நான்கு கழிவுநீக்கக் கால்வாய்களாகப் பிரிகிறது. இக்கால்வாய்கள் அனைத்தும் மலவாய் நீக்கக் கால்வாய்கள் (anal canals) எனப்படுகின்றன. தொண்டைக் கால்வாய் (pharyngeal canals) வயிற்றின் வாய்முனைப் பரப்பிலிருந்து கிளம்பி தொண்டையின் இரு பக்கதிலும் ஒவ்வொன்றாக இணையாகச் செல்கின்றன. வயிற்றின் பக்கங்களில் இருந்து தோன்றும் குறுக்குக் கால்வாய் (transverse canal) உணர்வு நீட்சிக் கால்வாயைத் தோற்றுவிக்கிறது. இக்கால்வாய், இடை ஆரக் கால்வாய் (Inter radial canal) என்னும் பக்கக் கால்வாய்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. மீண்டும் எட்டுக் கால்வாய்களாகப் பிரிந்து முடிவில் சீப்பு தட்டின் உள்பகுதிக்குச் செல்கிறது. வாய், எதிர்முனை வாட்டத்தில் நீண்டு மெரிடியோனல் கால்வாயாகின்றன. இந்த இரு ஆர அமைப்பைக் கொண்ட



படம் 3. கால்வாய் அமைப்பு

இரைப்பைக் கால்வாய் தொகுப்பு டிஸோபோரத் தொகுப்பில் காணப்படும் சிறப்புப் பண்பாகும்.

குவிந்த தளத்தை உடைய ஸ்டாட்டோசிஸ்ட் வாய் எதிர்த்துருவ மையத்தில் அமைந்துள்ளது. ஸ்டாட்டோசிஸ்ட் நீளமான குற்றிழைகளையுடைய புறப்படைச் செல்களையும் சமநிலைத் தாங்கிகள் எனப்படுகின்ற 'S' வடிவ நீண்ட



## படம் 4. வாய் எதிர் உணர்வுறுப்பு

குற்றிழைக் கற்றைகளையும் கொண்டுள்ளது. ஸ்டாட்டோசிஸ்ட்டைச் சூழ்ந்து இடை ஆரங்களில் 4 கழிவுக் கால்வாய்களின் ஆம்புலேக்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு சமநிலைத் தாங்கியிலிருந்து இரு குற்றிழைகளையுடைய பள்ளங்கள் தோன்றி நான்கு இடை ஆரங்கள் வழியாக இரு சீப்புத் தட்டு வரிசையின் தொடக்கப் பகுதிக்குச் செல்கின்றன. இப்பள்ளங்கள் துருவத் தட்டு (polar plate) எனப்படும்.

புறப்படைக்குக் கீழ் அமைந்துள்ள நரம்பு வலைப்பின்னல் நரம்புச் செல்களின் நீட்சிகளையும் நியுரைட்டுகளையும் பெற்றுள்ளது. இப்பின்னல் வாயைச் சுற்றி வளையமாக அமைந்துள்ளது. சீப்புத் தட்டு, உணர்வு நீட்சி, தொண்டை உணர்வு நீட்சி உறை ஆகியன புறப்படைச் செல்களிலிருந்து தோன்றியவையாகும். இரைப்பை - குருதித் தொகுப்பு அகப்படையால் சூழப்பட்டுள்ளது.

புளுரோபிராக்கியா இருபாலின உயிரியாகும். இதன் இனச்செல் சுரப்பிகள் மெரிடியோனல் குழாயில் அமைந்துள்ளன. விந்தகங்கள் இக்குழாயின் ஒரு புறத்திலும், அண்டச் சுரப்பிகள் மற்றொரு புறத்திலுமாக அமைந்துள்ளன. இனச்செல்கள் முதிர்ந்து இரைப்பை குருதிக் குழாய்கள் மூலம் வாய் வழியாக வெளியேறிப் பின்னர் கருவுறுதல் நீரில் நிகழ்கிறது. அதன் பின்னர் ஏற்படும் பல்வேறு மாற்றங்களுக்குப் பிறகு சைடிப்பிட் இனம் உயிரியாகி மாறுகிறது. இந்த உயிரி உருமாற்றத்திற்குப் பின்னர் புளுரோபிராக்கியாவாக மாறுகிறது.

ம.சு. மோகன்



## புளுவோ சிலிக்கேட்

ஃபுளுவோசிலிக் அமிலத்தின் ( $H_2SiF_6$ ) உப்புகளே ஃபுளுவோ சிலிக்கேட்டுகள் எனப்படுகின்றன. சோடியம், அம்மோனியம், மக்னீஷியம், துத்தநாகம், தாமிரம், பேரியம், காரீயம் மற்றும் சில உலோக ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டுகள் மனித இனத்திற்குப் பல வழிகளிலும் பயன்படுகின்றன.

ஃபுளூரைடுகள் மற்றும் சிலிக்கா அல்லது சிலிக்கேட்டுகளைப் பெற்றுள்ள பாஸ்பேட்டாபாறைகளுடன், சல்ஃபூரிக் அமிலத்தை வினைப்படுத்தும்போது, ஃபுளுவோ சிலிக் அமிலம் துணைப்பொருளாகக் கிடைக்கிறது. வினையில் கிடைக்கும் ஹைட்ரோ ஃபுளூரிக் அமிலம் (HF) மணலுடன் ( $SiO_2$ ) வினைபுரிந்து, சிலிக்கன் டெட்ரா ஃபுளூரைடை ( $SiF_4$ ) தருகிறது. இது நீருடன் வினைபுரிந்து, ஃபுளுவோசிலிக் அமிலத்தைக் ( $H_2SiF_6$ ) கொடுக்கிறது. இத்துடன் காரங்களைச் சேர்த்துத் தேவையான ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டைப் பெறலாம்.

ஃபுளுவோசிலிக் அமிலம் ஒரு நிறமற்ற புகையும் நீர்மம். அரிக்கும் தன்மையும், நச்சுத்தன்மையும் உடையது. கண்ணாடியையும், பீங்கான் பாத்திரங்களையும் அரிக்கும் இது மெழுகு, மரம் அல்லது சில உயரிய நெகிழிகளாலான பாத்திரங்களில் சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது. நீரில் கரையும் தன்மையும் இதற்கு உண்டு.

ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டின் பயன்கள் எண்ணில டங்கா. இது ஓரளவு குடிநீருடன் கலக்கப்படுகிறது. இதற்கு ஃபுளூரைடு சேர்த்தல் (fluoridation) என்று பெயர். சோடியம் புளூரைடு, சோடியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட் அல்லது ஸ்டான்ஸ்ஃபுளூரைடு ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று பொதுக் குடிநீர்த் தொட்டிகளில் மிகக் குறைந்த அளவில் (புளூரின் 1 பங்கு, நீர் 1 மில்லியன் பங்கு) சேர்க்கப்படுகிறது. இப்பாதுகாக்கப்பட்ட நீரைக் குடிப்பவர்களுக்குப் பற்சிதைவு ஏற்படுவதில்லை. ஃபுளுவோ சிலிக்கேட், பீங்கான் பாத்திரங்களின் உறுதித் தன்மையைக் கூடுதலாக்குகிறது. சாராயத் தொழிலில் பயன்படுத்தப் படும் தாமிர மற்றும் பித்தளைப் பாத்திரங்களில் உள்ள நுண்ணுயிர்களை அழிப்பதற்கும் ஃபுளுவோசிலிக்கேட் பயன்படுகிறது. சிமெண்ட், பிளாஸ்டர் ஆகியவற்றின் உறுதித்தன்மையைக் கூட்டுவதற்கும், சிமெண்ட் தளத்திற்கு உறுதியளிக்கவும், சிமெண்ட் கட்டுமானப் பணி வலிமை பெறவும் ஃபுளுவோசிலிக்கேட் பயன் படுகிறது. பொதுவான நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாகவும், மரத்தைப் பாதுகாக்கும் பொருளாகவும் வண்ணப் பூச்சுகளிலும், மின் மூலம் பூசுவதிலும் ஃபுளுவோ சிலிக்கேட் பெரிதும் இடம் பெறுகிறது.

ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டில் சோடியம், பொட்டாசியம், மக்னீசியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டுகள் மிகவும் குறிப்பிடத் தக்கவை. நீர்த்த ஃபுளுவோசிலிக் அமிலத்துடன் சோடியம் கார்பனேட், பொட்டாசியம் கார்போனேட் அல்லது மக்னீசியம் கார்போனேட் சேர்த்து நடுநிலையாக்கும்போது முறையே சோடியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட், பொட்டாசியம் ஃபுளுவோ சிலிக்கேட், மக்னீஷியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட் போன்ற உப்புகள் கிடைக்கின்றன. சோடியம், பொட்டாசியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட்டுகள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த மையால் எலிகளை அழிப்பதற்கு நச்சு மருந்தாகவும், பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சி, தத்துப்பூச்சி, கரப்பான் பூச்சி போன்றவற்றை அழிக்கும் மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் பூச்சிக்கொல்லியாகவும் விளங்குகின்றன. சோடியம், அலுமினியம், ஃபுளுவோ சிலிக்கேட்டுகள் கம்பளி ஆடைகளை அந்துப்பூச்சி கெடுத்துவிடா வண்ணம் பாதுகாக்கப் பயன்படுகின்றன. மக்னீசியம் ஃபுளுவோசிலிக்கேட் காரையால் ஆன தரைகளைக் கெட்டியாக்குவதற்கும், அவற்றின் பளபளப்பைக் கூடுதலாக்குவதற்கும் உதவும். பேரியம் ஃபுளுவோ சிலிக்கேட் ஜப்பான் வண்டு, மெக்சிகான் அவரைப்பூச்சி, மொச்சை பருப்பு, காப்பிக்கொட்டை போன்றவற்றைத் தாக்கும் பூச்சிகளை அழிப்பதற்குத் துணை புரிகிறது.

ஜி. இராமன்

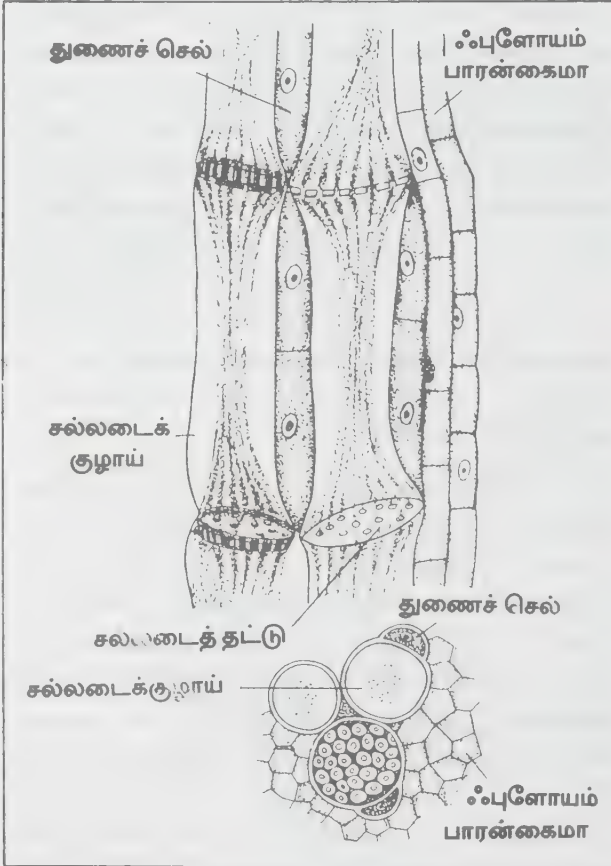
## ஃபுளுவோபோரேட்

போரேட்டுகளில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட ஆக்சிஜன் அணுக்களை ஃபுளூரின் அணுக்களால் பதிலிடப்பட்ட சேர்மங்கள் ஃபுளுவோபோரேட்டுகள் (fluoborates) எனப்படுகின்றன. ஃபுளுவோபோரேட் எனப்படும் உப்புகளில்  $BF_4^-$  அயனி உள்ளது. இது டெட்ரா புளுவோபோரிக் அமிலத்திலிருந்து ( $HBF_4$ ) பெறப் படுவதாகும். பிற ஃபுளுவோபோரேட் சேர்மங்களும் அறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மூல அமிலங்களாவன:  $H_2BF_5$ ,  $H_2B_2F_6$ ,  $H_4B_4F_{10}$ ,  $H_2BOF_3$ ,  $H_2BO_2F$ ,  $H_3SO_2F$ . லித்தியம், சோடியம், அம்மோனியம், காரமண் உலோகம், கன உலோகங்கள் ஆகியவற்றில் ஃபுளுவோபோரேட்டுகள் நீரில் கரைவன. ஃபுளுவோபோரேட்டுகள் இளக்கியாகவும், மின மூலம் பூசவும் பயன்படுகின்றன.

த. தெய்வீகன்

## ஃபுளோயம்

காற்றுக்குழாய்க் கற்றை உடைய தாவரங்களில் உணவு கடத்தும் திசு ஃபுளோயம் (phloem) ஆகும். அதன் கடந்த செல்கள் சல்லடை தனிச் செல்கள் (sieve elements) எனப்படும். ஃபுளோயத்துடன் துணை செல்கள் (companion cell) பாரண்கைமா செல்கள், நார்கள், ஸ்கிளிரைடுகள் (sclereides), கதிர் செல்கள் மற்றும் சில வகைச் செல்களும் சேர்ந்து காணப்படும். ஸைலத்தைப் போல ஃபுளோயம் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தது அல்ல. ஃபுளோயத்தில் உள்ள சல்லடைத் தனிச் செல்கள் ஒரே ஒரு பருவத்திற்கு மட்டும் செயல்பட்டு, அதற்குப் பிறகு அது அதிக அளவிலான அமைப்பு, பணிகளில் மாற்றம் ஏற்பட்டு, புறப்படை (periderm) உண்டாவதால் அது நசுக்கப்பட்டு இறுதியில் இல்லாமல் போய்விடுகிறது.



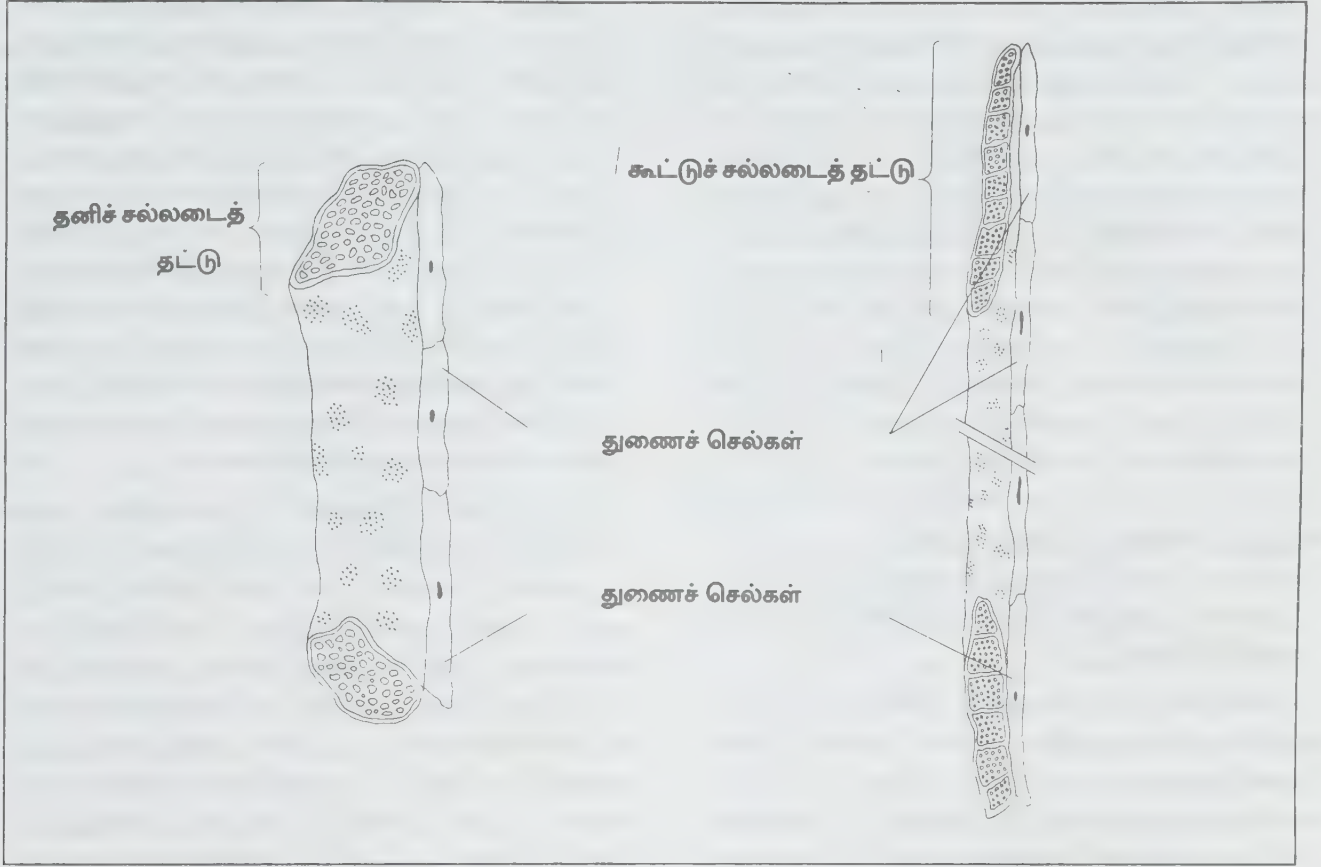
படம் 1. புளோயம்

## சல்லடைத் தனிச்செல்கள். ஃபுளோயம்

பாரண்கைமா செல்களைவிடச் சல்லடைத் தனிச்செல்கள் செல்கவர் அமைப்பிலும், புரோடோபிளாஸ்ட் அமைப்பிலும் மாறுபடுகின்றன. சல்லடைத் தனிச் செல் சுவர்களில் உள்ள தனிப்பட்ட குழைவுப் புலங்கள் (pit fields) பல மாறுபட்ட சைடோபிளாச இழைகளில் இருந்து தோன்றிப் பிறகு சல்லடைப் பரப்புகளாக (sieve areas) மாறுகின்றன. அடுத்தடுத்து அமைந்து உள்ள செல்களின் புரோட்டோபிளாசங்களை இணைக்கும் சைடோபிளாச இழைகளாகப் பிளாஸ்மோடெஸ்மாடா விளங்குகின்றன. இந்த இழைகள் காலோஸ் என்ற கார்போஹைட்ரேட் பொருளினால் சூழப்பட்டது. இப்பொருள் ஒரு நெருக்கடியினால் (stress) உண்டானது. சல்லடைத் தனிச் செல்களின் முனைச் சுவர்களில் எவ்வாறு சிறப்புப் பெற்ற சல்லடைப் பகுதிகள் (sieve areas) உண்டாயின என்பது இன்னும் சரிவர அறியப்படவில்லை. காலோஸ், எண்டோபிளாஸ்டிக் வலையின் குறுக்குச் சுவர்கள் ஆகியவை துளைப்பகுதியில் காணப்பட்டதிலிருந்து அந்தப் பகுதியில் உள்ள செல்லுலோஸ் சுவர்ப்பொருள் படிவிற்கும், படிவிண்மைக்கும் ஏதுவாக இருந்தன என்று அறிகிறோம்.

சல்லடைச் செல்களில் சுவர்களில் பளபளப்பான படிவினால் தடிப்பு ஏற்படுகிறது. முதிர்ச்சி அடையாத சல்லடைச் செல்லின் புரோடோபிளாசத்திற்கும், இயல்பாக உள்ள அதே வயது பாரண்கைமா, செல்லின் புரோடோபிளாசத்திற்கும் எவ்வித வேற்றுமையும் இருப்பதில்லை. வளர்ச்சியினால் செயல்படு நிலையில் உள்ள சல்லடைச் செல்லாக ஆகும் போது அதில் பல மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அதில் உள்ள நூக்ளியஸ் அதன் உருவத்தில் மாறுதல் அடைந்து, சிதைந்துவிடுகிறது. ஃபுளோயம் செல்களை நுண்ணோக்கியினால் காண முயல்போது குமிழ் (vacuole), வரம்புச் சவ்வு (konoplast) இவை உடைந்துவிடுகின்றன. எனவே, நுண்ணோக்கியில் காணும் போது முதிர்ச்சி அடைந்த சல்லடைச் செல்களில் நூக்ளியஸும், குமிழங்களும் இருப்பதில்லை. இத்துடன் ரிபோசோம்களும் டிக்டியோசோம்களும் இருப்பதில்லை. செல் சவ்வு, எண்டோபிளாஸ்டிக் வலை, மைடோகோண்டிரியா, கணிகங்கள் ஆகியவை சல்லடைச் செல்களின் செல்கவருக்கு அருகில் அமைந்து உள்ளன. சல்லடைச் செல்களில் உள்ள செல் உட்பொருள்களைப் பற்றிய துல்லிய விவரம் கொடுக்க இயலாததற்குக் காரணம் அந்தச் செல்களில் அதிகமான அளவிற்கு அலைவுகள்





படம் 2. சல்லடைக்குழல் உறுப்புகளும் சல்லடைத் தட்டுகளும்

ஏற்படுவதே ஆகும். அந்தச் செல்களில் சுக்ரோஸ் செறிவு அதிக அளவில் இருப்பதால் செல் அழுத்தம் அதிகமாக உள்ளது. ஜிம்னோஸ்பெர்ம், ஒருவித்திலை, இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் ஆகிய ஒவ்வொன்றிலும் ஒவ்வொரு விதமான சல்லடைச் செல்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு வகைத் தாவரத்திலும் உள்ள சல்லடைச் செல்களிலும் உள்ள செல் உட்பொருள்கள் வேறுபடுகின்றன. இருவித்திலைத் தாவர இளம் சல்லடைச் செல்களில் புரதம் சைடோபிளாசத்தில் காணப்பட்டுப் பிறகு செல் முழுவதும் விரவிக் காணப்படுகிறது. காயம்பட்ட சல்லடைச் செல்களில் புரதம் சல்லடைப் பரப்பில் உள்ளது. பல தாவரங்களில் உள்ள கணிகங்கள் ஒரு சிறப்பு வகையான புரதம் அல்லது தரசத்தை உண்டாக்குகின்றன. ஒருவித்திலைத் தாவரச் சல்லடைச் செல்களில் புரதமோ கணிகங்களோ அதன் உட்பொருள் களோ காணப்படுவதில்லை. சல்லடைச் செல்லின் மிக மெல்லிய அமைப்பினால், அது முதிர்ச்சியடையும் போது

அதில் இயல்பாக உள்ள நூக்ளியஸ், குமிழ் வரம்பு சவ்வு (tonoplast) ஆகியவை இருப்பதில்லை. திசுச் செயல்களினால் அவை அழிந்துவிடுகின்றன. அல்லது இடம் மாறி அமைகின்றன. பொதுவாக, சல்லடைச் செல்கள் இயல்பாக உள்ள பாரன்கைமா செல்களை ஒத்துள்ளன. ஆனால் சல்லடைச் செல்களில் உள்ள நூக்ளியஸ் காணப் படுவதில்லை. இருவித்திலைத் தாவரங்களில் சல்லடைச் செல்களில் புரதம், செல்களின் விளிம்புப் பகுதியில் உள்ளன. அது இழை போலவும், குழல் போலவும், படிகம் போலவும் பல வடிவங்களில் காணப்படும். அது சல்லடைச் செல்களைத் தவிர புளோயம் பாரன்கைமா செல்களிலும் உள்ளன. சல்லடைக் குழாயில் உள்ள துளைகள் அடைபடாமல் துளையைச் சுற்றிலும் பிளாஸ்மாலெம்மா சவ்வு உள்ளது. சில துளைகள் எண்ணோடாபிளாஸ்டிக் வலை, குமிழ் விளிம்புச் சவ்வு ஆகியவை குறுக்காக இழையோடிய வண்ணம் காணப்படும். சல்லடைக் குழல் செல்களுடன் துணை

செல்கள் இணைந்து இருப்பதில்லை. அவற்றின் செல்குவர்களில் கிளைத்த சைடோபிளாச இணைப்புகள் உள்ளன. சல்லடைக்குழல், செல் சுவர்களில் உள்ள இணைப்புகளில் கிளைகள் இருப்பதில்லை. கணிகங்கள், மைடோகோண்டிரியா எண்டோபிளாஸ்டிக் வலை போன்றவை இருவித்திலை, ஒருவித்திலைத் தாவரச் சல்லடைச் செல்களில் உள்ளன. ஒருவித்திலைத் தாவரச் சல்லடைச் செல்களில் உள்ள கணிகங்களில் படிக்கங்கள் உள்ளன. ஆனால் இருவித்திலைத் தாவரச் சல்லடைப் புரதம் அல்லது தரசப் பொருள்கள் உள்ளன. சல்லடைச் செல்கள் செயல்படாத பொழுது அவற்றின் செல் உட்பொருள்கள் சிதைந்தவிடுகின்றன. சல்லடைச் செல்களில் உள்ள காலோஸ் அளவில் அதிகமாகி, இணைப்பு இழைகளுடன் மறைந்து, செல் சுவர்களில் வெறும் துளைகள் மட்டுமே காணப்படும். சல்லடைச் செல்களில் காற்று நிரம்பி, அவற்றைச் சுற்றி உள்ள பாரண்கைமா செல்கள் பெரிதாகி சல்லடைச் செல்கள் அழிந்துவிடுகின்றன.

சல்லடை செல்களும் சல்லடைக் குழல் செல்களும். ஒரு முன் மாதிரியான சல்லடைச் செல் நீளமாகி, அதில் உள்ள சல்லடைப் பரப்புகள் யாவும் ஒரே மாதிரியான சிறப்பு எய்தி இருக்கும். சில செல் சுவர்களில் சல்லடைப் பரப்புகள் ஏனைய சுவர்களைவிட அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்கும். இதற்கு மாறாக, ஒரு சல்லடைக் குழல் உறுப்பில் உள்ள சில சல்லடைப் பரப்புகள் மற்றவைகளைவிட அதிகமான சிறப்பு எய்தி இருக்கும்; அதாவது சில சல்லடைப் பரப்புகளில் உள்ள துளைகள் அல்லது மாறிய சைடோபிளாச இழைத் தொடர்புகள் மற்றவைகளைவிடப் பெரிதாக இருக்கும். அத்தகைய சல்லடைப் பரப்பு உள்ள செல்குவர்கள் சல்லடைத் தட்டுகள் (sieve plates) எனப்படும். தனிச் சல்லடைத் தட்டு என்பதில் ஒரு சிறப்பு எய்திய சல்லடைப் பரப்பு அதன் குறுக்கு முனைச் சுவரில் இருக்கும். கூட்டுச் சல்லடைத் தட்டில் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட சல்லடைத் தட்டுகள் சாய்வுச் செல்குவரில் காணப்படும். சல்லடைக் குழல்களில் பல சல்லடைக் குழல் தனிச் செல்கள் நீள் வரிசையில் ஒன்றின் முனையில் மற்றொன்று இணைந்திருக்கும். சல்லடைக் குழல் தனிச் செல்கள் சல்லடைத் தனிச் செல்களைவிடக் குட்டையானவை. அவை படிமலர்ச்சிப் போக்கில் இன்னும் குட்டையாக மாறின.

துணை செல்கள். சல்லடைக் குழல் தனிச் செல் களுடன் பாரண்கைமா செல்கள் அவற்றின் வளர்ச்சியுடன் சேர்ந்து தனிச் சிறப்பு எய்தின. சல்லடைக்குழல் செல்லிணை உண்டாக்கிய அதே ஆக்குத்திகச் செல்லில் இருந்துதான் துணை செல்லும் உண்டாகியது; ஆனால் அது அளவு, அமைவிடம், எண்ணிக்கை போன்றவற்றில் சல்லடைக் குழல் செல்லினின்றும் மாறுபட்டது; துணை செல்லில் நூக்ளியஸ் எப்பொழுதும் இருப்பதால் அது உயிருள்ள செல்லாகவே செயல்படுகிறது. ஒரு சில சல்லடைக் குழல் செல்களுக்குத் துணை செல்கள் இருப்பதில்லை. சல்லடைக் குழல் செல்லிற்கும் துணை செல்லிற்கும் உள்ள உறவு முறை சரியாக தெரியவில்லை; ஆனால் அவை இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் செயல்படாமல் போகின்றன.

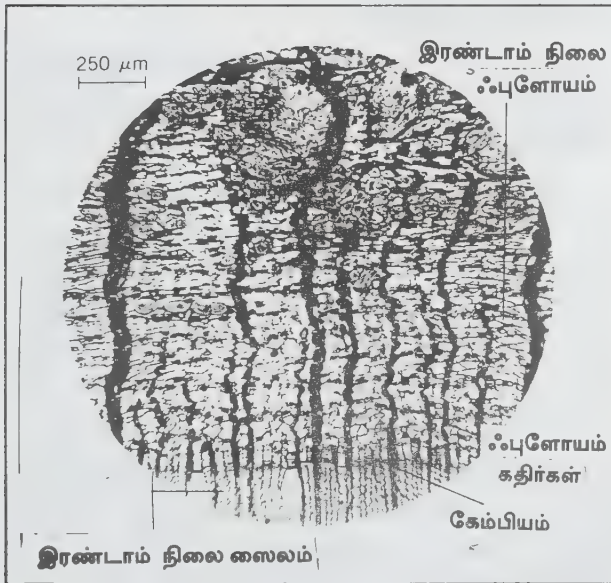
பாரண்கைமா செல்கள். ஃபுளோயத்தில் உள்ள பாரண்கைமா செல்களில் மெல்லிய அல்லது சிறிது தடித்த செல்குவர்கள் உள்ளன. அது தனியாகவோ இரண்டு அல்லது மூன்று செல்கள் சேர்ந்த இழை போலவோ காணப்படும். இவற்றில் தரசம், டானின், படிக்கங்களுடன் செல் பெரிதாகி, சல்லடைச் செல்களைப் போல் ஸ்கிளிரைடு களாகவோ, கார்க்கேம்பியம் ஆகவோ மாறும்; அல்லது அது மறைந்துவிடும். இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தில் உள்ள பாரண்கைமா செல் ஃபுளோயம் உண்டாக்கும் தோற்றவிச் செல்லில் இருந்து உண்டாகி, அது பின்னர் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட சல்லடைக் குழல் செல்களையும் துணை செல்களையும் உண்டாக்கும். பூக்கும் விதைத் தாவரங்களில் உள்ள பாரண்கைமா செல்கள் துணை செல்களுடன் இணைந்துவிடுகின்றன.

நார்கள். ஃபுளோயம் நார்கள் 1 மி.மீ. நீளத்திலிருந்து 50 செ.மீ. நீளம் வரை நீளத்தில் பெரிதும் வேறுபாடு கொண்டிருக்கும். நார் செல்களின் இரண்டாம் நிலை செல் சுவர்கள் தடித்து அவற்றில் தனிக் குழிவுகள் காணப்படும். அந்தக் குழிவுகளில் லிக்னின் படிவு இருக்கலாம். இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தில் உள்ள சில நார்கள் அவற்றின் தோற்றவிச் செல்லைவிட நீளத்தில் அதிகமாவதில்லை. ஆனால் ஏனைய செல்கள் நுனி உள்நோக்கிய வளர்ச்சியினால் (apical intrusive growth) நீட்சி அடைகின்றன. முதல்நிலை ஃபுளோயத்தில் முதிர்ச்சி அடையாத நார்கள் அதன் பழைய நீளத்தைவிட 100 மடங்கு அளவிற்கும் அதிகமாக நீட்சி அடைகின்றன. நர்களில் தடுப்புச் சுவர்கள் ஏற்பட்டு, பல நூக்ளியஸ் நிலை உண்டாகி, அவை ஸ்கிளிரைடுகளைப் போல ஆகிவிடுகின்றன.



முதல் நிலை ஃபுளோயம். நுனி ஆக்குத்திசுவில் இருந்து வேறுபாடு அடைந்து முதல்நிலை ஃபுளோயம் உண்டாகிறது. முதலில் உண்டாகிய முதல்நிலை ஃபுளோயம் உள்ள சல்லடைத் தனிச் செல்களில் துணை செல்கள் அல்லது பாரன்கைமா செல்கள் இருக்கும் அல்லது அவை இன்றியே காணப்படும். இதில் உள்ள சல்லடைத் தனிச் செல்கள் ஒரு சிறிது காலமே செயல்பட்டுப் பிறகு மறைந்துவிடுகின்றன. மீதம் உள்ள செல்கள் சில இலைகளில் உள்ளவற்றைப் போலக் போலன்கைமா செல்களாக மாறுகின்றன. அல்லது அவை முன் தோன்றிய புளோய நார்களாக மாறுகின்றன. பின் தோன்றிய புளோயம் (metaphloem) அதைச் சுற்றி உள்ள செல்களின் வளர்ச்சி நின்ற பிறகு உண்டாகிறது. சல்லடைத் தனிச்செல்கள் பூக்கும் விதைத் தாவரங்களில் உள்ள துணை செல்களில் காணப்படும்; ஆனால் முன் மாதிரியான நார்செல்கள் இதில் இருப்பதில்லை.

இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம். இரண்டாம் நிலை ஸைலத்தை உண்டாக்கும் கம்பியம் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தையும் உண்டாக்குகிறது. இதில் நீள் வரிசைச் செல்களும், கிடைமட்ட வரிசைச் செல்களும் உள்ளன. ஸைலம் கதிர் செல்லும் ஃபுளோயம் கதிர் செல்லும் அடிப்படையில் ஒரே மாதிரியானவை.

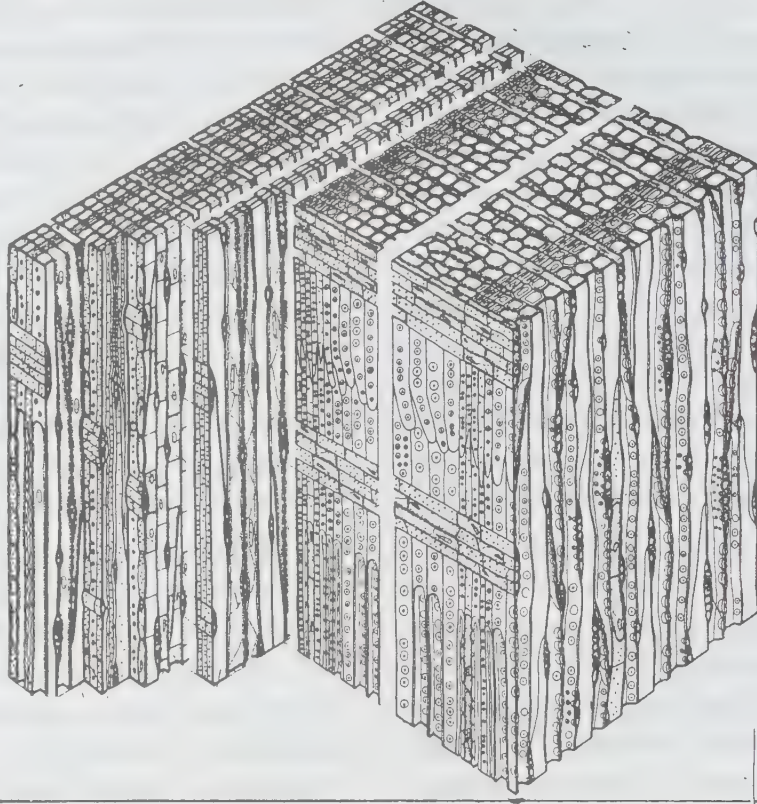


படம் 3. பெட்டுலா பாப்பைரிஃபெராவின் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம் (Photomicrograph)

ஆனால் ஃபுளோயம் கதிர் செல்களில் இரண்டாம் நிலை செல் சுவர்கள் இருப்பதில்லை. மற்றும் தண்டு, வேர் ஆகியவற்றின் குறுக்களவு அதிகரிக்கும்போது, பழைய ஃபுளோயம் கதிர் அகன்று ஆரப்போக்கில் பகுப்பு அடைகின்றன. இவ்விதம் தம் குறுக்களவில் அகலமாவது எல்லா ஃபுளோயம் கதிர் செல்களிலும் நடைபெறுவது தில்லை; ஆனால் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தில் உள்ள கதிர் செல்கள் குறுக்களவில் அதிகம் ஆகிப் பின்னர் புறப்படை உண்டாக்கும்போது நின்று விடுகின்றன. செங்குத்து அமைப்பில் சல்லடைச் செல்கள், பாரன்கைமா, நார்கள், ஸ்கிளிரைடுகள், பால் செல்கள் (laticifers) போன்றவை காணப்படும். நார்கள் தனியாகவோ, கூட்டமாகவோ குறுக்குவெட்டுப் பட்டையில் காணப்படும்.

கூம்புத் தாவரங்களும் கீழ்நிலைச் சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைத் தாவரங்களும் (Conifers and lower vascular plants). கூம்புத் தாவரங்களில் உள்ள ஃபுளோயத்தில் நீளமான சல்லடைச் செல்கள், பாரன்கைமா செல்கள், நார் செல்கள் ஆகியவை உள்ளன. இத்தகைய தாவரங்களின் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தில் இத்தகைய செல்கள் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. பெரணிகளிலும் படிமலர்ச்சிக் கீழான சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைத் தாவரங்களிலும் உள்ள ஃபுளோயம் முதல்நிலை ஃபுளோயத்தைப் போன்றது. இதில் சல்லடைச் செல்கள் பாரன்கைமா, நார் செல்கள் உள்ளன, படிமலர்ச்சிக் கீழான சாற்றுக் குழாய் கற்றைத் தாவரங்களின் சல்லடைச் செல்களில் சில ஒளி விலகிச் செல்லும் கோள வடிவ பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் தோற்றம், பணிகள் பற்றி எதுவும் தெளிவாக தெரியவில்லை. ஆயினும் அவை எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை, கால்கிக் கூட்டுப் பொருள்களில் இருந்து தோன்றி இருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது. செல், வேதியியல் ஆய்வுகளில் இருந்து இந்த விதமான பொருள்களில் புரதப் பொருள்கள் இருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது.

இருவித்திலைத் தாவரங்கள். கூம்புத் தாவரங்களில் உள்ளதைவிட இருவித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ள புளோயத்தில் செல் அமைப்பு, செல்வரிசை ஆகியவற்றில் பெரிய வேறுபாடுகள் உள்ளன. இருவித்திலைத் தாவர புளோயத்தில் சல்லடைக்குழல் செல்கள், துணை செல்கள், பாரன்கைமா செல்கள், நார்கள், ஸ்கிளிரைடுகள், சுரப்பிச் செல்கள் போன்ற பல வகை செல்கள் உள்ளன. அவை மாறி, மாறி அமைந்த பட்டை வடிவமாகவோ



படம் 4. கூம்புத் தாவரத்தின் இரண்டாம் நிலை ஸைலம், கேம்பியப்பகுதி, இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம்

ஒருங்கின்றியோ காணப்படும். செயல்படாத ஃபுளோயத்தைவிடச் செயல்படுகின்ற ஃபுளோயம் ஒழுங்கான வரிசையில் அமைந்திருக்கும். முதிர்ச்சி அடைந்த சல்லடைச் செல்கள் அவற்றுடன் காணப்பட்ட துணைச்செல்கள், பாரன்கைமா செல்கள் போன்றவை பகுதியாகவோ, முற்றிலுமோ அழிந்ததினால் இத்தகைய அமைப்பு வேறுபாடு உண்டாகிறது.

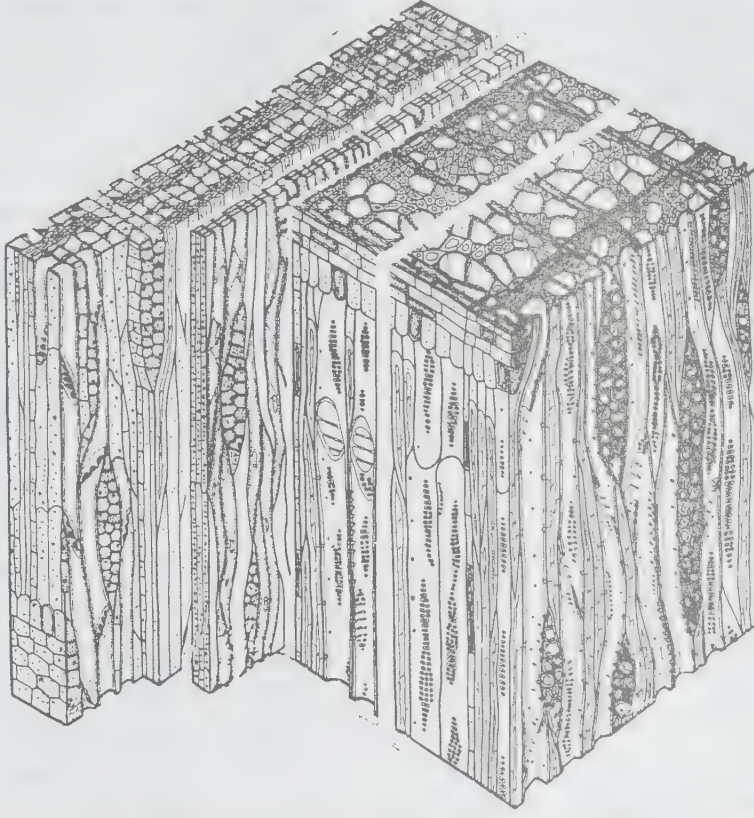
ஒருவித்திலைத் தாவரங்கள். இவற்றில் உள்ள ஃபுளோயம், இருவித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ள ஃபுளோயத்தைப் போன்றது. காற்றுக் குழாய் கற்றைக் கேம்பியத்திலிருந்து இருவித்திலைத் தாவரங்களின் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் உண்டாகும். இத்தகைய கேம்பியம் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் இல்லை; எனவே இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயமும் இவற்றில் இல்லை. இருவித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ள ஃபுளோயம் 5 - 10

ஆண்டுகள் செயல்படும் நிலையில் இருந்தால் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் உள்ள ஃபுளோயம் 50 - 100 ஆண்டுகள் வரை செயல்படு நிலையில் உள்ளன.

இருவித்திலைத் தாவர ஃபுளோயத்தில் சல்லடைக் குழல் செல்களில் உள்ள P-புரதம் ஒருவித்திலைத் தாவர ஃபுளோயத்தில் இருப்பதில்லை. ஒருவித்திலைச் சல்லடைக்குழல் செல்களில் கணிகங்களும் அவற்றில் குறைப்படிங்களும், புரதம் போன்ற பொருள்களும் காணப்படுகின்றன.

காற்றுக்குழாய் அற்ற தாவரங்கள் (Non Vascular Plants). சில காற்றுக்குழாய் அற்ற தாவரங்களில் உள்ள கடத்துச் செல்களில் சல்லடைச் செல்களைப் போன்ற செல்கள் உள்ளன. சில பழுப்பு நிறப் பாசிகளிலும் மரங்களிலும் இத்தகைய செல் அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன.





படம் 5. இருவித்திலைத் தாவரத்தின் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோரஸ்

#### இரண்டாம் நிலை கைலம், கேம்பியப் பகுதி

பழுப்பு நிறப் பாசிகளில் உள்ளவை லெப்டாயிடுகள் (leptoides) என்றும், மாஸ்களில் உள்ளவை மத்தள இழைகள் (trumpet hyphae) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

கடலுடனும், மேற்கில் ஜாவா கடலுடனும், கிழக்கில் பண்டா கடலுடனும் விரிவடைந்துள்ளது.

மேற்குப் பரப்பெல்லையில் மிகுதியான பவளப் பாறைகளும், பவழத்திட்டுகளும் (atolls) அமைந்துள்ளன. இக்கடலின் இரண்டாம் பரப்பெல்லையை இரண்டு ஆழமான நீரோட்டங்கள் கடந்து சென்று ஃபுளோரஸ்மடுடன் சேர்கிறது. அதனால் கடலின் இப்பகுதியில் ஆழம் 5140 மீ. ஆகக் கூடுகிறது. இப்பரப்பெல்லையின் இரு கரைப்பகுதிகளும் செலிபஸ் தீவுடன் இணைகிறது. நான்காம் பரப்பெல்லை பண்டா கடலை எட்டுகிறது. குளிர்காலத்தில் புளோரஸ் கடலின் அலைகள் தெற்கிலிருந்து மேற்கு நோக்கியும், கோடையில் மேற்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கியும் பாய்கின்றன.

எஸ்.ஆர்.டி. சுந்தரமூர்த்தி

#### ஃபுளோரஸ் கடல்

இது தென்மேற்குப் பசிபிக்கடலின் ஒரு பகுதி ஆகும். ஃபுளோரஸ் கடலின் (flores sea) வடக்கில் செலிபஸ் தீவும், தெற்கில் லெசர் சுந்தா தீவும் அமைந்துள்ளன. ஃபுளோரஸ் கடலின் மொத்தப் பரப்பளவு 240,000 ச.கி.மீ. ஆகும். இக்கடலை நான்கு பரப்பெல்லைகளாகப் பிரிக்கலாம். அகலமான மேற்குப் பரப்பெல்லையின் ஆழம் 500 மீ. ஆகும். தென்மேற்கில் அமைந்துள்ள மகாசார் வளைகுடா வழியாக இப்பரப்பெல்லை செலிபஸ்

## புற்றுக்கட்டி

கழலையம் அல்லது கட்டி, புது வளர்ச்சியின் பார்ப்பும். இது தீங்கற்றதாகவோ, தீமை பயப்பதாகவோ இருக்கலாம்.

கட்டிக்கு பல்வேறு மருத்துவ முறைகள் (மருந்துகள், கதிர்வீச்சு, அறுவை) உள்ளன. மேலை நாடுகளில், இதயத் தாக்கத்திற்கு அடுத்துப் பெருமளவில் மக்கள் பாதிக்கப் படுவது புற்றுக் கட்டிகளாலாகும்.

புற்றுக் கழலையங்களின் காரணம் இன்னும் தெரியவில்லை. இருந்தபோதிலும் புகைப்பிடித்தல், நுரையீரல் புற்றுநோய்க்குக் காரணமாக இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. உணவுக் குழல் புற்றுநோய், ஆஃப்ரிக்கா, ஈரான் போன்ற நாடுகளிலும், கணையப் புற்றுநோய் பல வளர்ச்சியடைந்த நாடுகளிலும், இரைப்பைப் புற்று ஜப்பான் போன்ற நாடுகளிலும் முளைப் புற்றுக் கட்டி அமெரிக்காவிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளும் மரபு நுட்ப அணுக்களும் தோல் நிறமிப்புற்றுக்குக் காரணமாக உள்ளமை தெரிகிறது. கறுப்பு நிற மக்களில் இப்புற்று மிகவும் அரிதாகும். புற ஊதாக்கதிர் ஒரு காரணியாகக் கருதப்படுகிறது. வைரஸ், புற்றுக் கட்டிகளுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம் எனவும் தெரிகிறது.

புற்றுக் கழயங்கள் மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன, அவை வெளிப்புற அல்லது உட்புறத் திசுக்களிலிருந்து உருவாவது (carcinoma) என்றும், நடுப்புறத் திசுவிலிருந்து உருவாவது (sarcoma) என்றும், வெள்ளையணுக்களிலிருந்து உருவாவது (leukaemia) என்றும் பகுக்கப்படும்.

நோய் உறுதி செய்தலில் நோய் பிணிக்கற்று ஆய்வு, சளி ஆய்வு, நுரையீரல் உறை (pleura), வயிற்று உறை (peritoneum), நீர்மத்தின் செல்கள் போன்றவை உதவுகின்றன. கழலையை அறிவிப்பி (tumour marker) எனப்படும் உயிர் வேதிப் பொருள்களைக் கண்டுபிடிப்பது நோய் உறுதி செய்வதில் உதவுகிறது.

கார்சினோ கருவி எதிர்ச்செனி (Carcino embryonic antigen) என்னும் பொருள் இரைப்பை-குடல் புற்றுநோய்களின் புற்றுநோய் அறிவிப்பியாகப் பயன்படுகிறது. ஆல்பா ஃபீடோ புரதம் (αFeto Protein - AFP) விரையின் டெரடோமாக்களில் காணப்படுகிறது. மனித கோரியானிக் கொனடோடிரோபினும் (கருக்குடைத் திசுவால் உருவாக்கப்படுவது) கருக்குடை அல்க்கலைன்

பாஸ்பேடேசும் விரைப் புற்றுக் கட்டிகளுக்கு அறிவிப்பியாகப் பயன்படுகிறது. சிறுநீர்ப் பிரிப்பி எதிர் ஹார்மோனும் அண்ணீரகப் புறணித் தூண்டும் ஹார்மோனும் (ADH) புற்று அறிவிப்பியாகப் பயன்படுகின்றன.

அறிகுறி. பாதிக்கப்பட்ட உறுப்புகளைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் அமைகின்றன. முலைக்கார்சினோமாவும், தசை சார்சினோமாவும், நினக்கணு, மண்ணீரல் புற்றுக்கட்டி, தொடக்கத்தில் வலியுடன் இருப்பதில்லை. மூளையிலுள்ள கட்டிகளில் தலைவலி, வாந்தி, கண்பார்வைக் குறைவு ஆகியன தோன்றலாம். குடல் கட்டிகளில் மலப்போக்கு முறை மாறுபடுகிறது. கடின மூச்சும், இருமலும், நுரையீரல் கட்டிகளிலும் தோன்றலாம். வலி, குருதிப்பெருக்கு, உடல் நலிவு, பசியின்மை, நரம்புத் தளர்ச்சி, தோல் நைவு போன்ற பல அறிகுறிகள் தோன்றலாம்.

மருத்துவம். கட்டியின் நிலையைப் பொறுத்துள்ளது. இது டி.என்.எம் (TNM) எனப்படும். இதில் 'T' என்பது புற்றுக் கட்டியை அறுதியிடுகிறது. 'N' என்பது நினக்கணுப் பாதிப்பை உணர்த்துகிறது. M புற்றுநோயைச் சான்றாகக் கொண்டு பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்:-

- |         |   |
|---------|---|
| "டி1"   | கட்டியின் அளவு 3 செ.மீ.க்குக் குறைவு  |
| "டி2"   | கட்டியின் அளவு 3 செ.மீ.க்கு மேல் ஹைலப் பரவல்                                  |
| "டி3"   | மிகையாகப் பரவிய நிலை/ நுரையீரல் உறை நீர்த் தேக்கம் அல்லது நுரையீரல் சுருக்கம் |
| "எண்1"  | ஹைலக்கணுப் பாதிப்பு   |
| "எண்2"  | மீடியாஸ்டைன நினக் கணுக்கள் பாதிப்பு   |
| "எம் 0" | வேற்றிடப் புற்று பதியங்கள் இல்லை  |
| "எம்"   | முற்றியப் புற்றுப் பதியங்கள் காணப்படுகின்றன.                                  |

## மருத்துவம்

கதிர்வீச்சு, குறிப்பிட்ட புற்று உள்ள இடத்தில் குறிப்பிட்ட அலகில் கதிர் வீச்சு அளிக்க வேண்டும். சீசியம் கதிர்வீச்சு, இரிடியம் கதிர்வீச்சு ஆகியவை கருப்பைப் புற்றுக்கும், முலைப் புற்றுக்கும் பயன்படுகின்றன. பக்க விளைவுகளாகப் பேதி, குமட்டல், எலும்பு மஜ்ஜைப் பாதிப்பு ஆகியன ஏற்படலாம்.

வேதிப் புற்று எதிர் மருந்து. தையோசுவானின், சிஸ்டோசின் அரோபினோசைடு, மெத்தில் டிரையசினோ இமிடேசோல் கார்பாக்சமைடு, வின்கிரிஸ்டின்,



வின்பிளாஸ்டின், ஆக்ஸிஜனோமைசீன், மெர்காப்டோபியூரின், மெத்தோடிரக்சேட், நைட்ரஜன், மஸ்டர்டு ஆகிய மருந்துகள் கையாளப்படுகின்றன. இம்மருந்துகளைத் தனித்தனியாகவோ, சேர்த்தோ அளிக்கலாம். இதன் பக்க விளைவுகள் மிகையானவை. நாளயில்லா சுரப்பி மருந்துகளான ஈஸ்ட்ரோஜன், புரோஜெஸ்டிரான் ஆகியவை நோய்களைப் பொறுத்து அளிக்கப்படுகின்றன.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Devita et.al., *Cancer, Principles of Oncology*, Lippin Cott, Philadelphia, 1982.

## புற்றுநோய் (கால்நடை)

கால்நடை இனங்களில் பல உறுப்புகளைப் பாதிக்கக்கூடிய கொடிய நோயாகப் புற்றுநோய் விளங்குகிறது. பொதுவாகப் புற்றுநோய் வளர்ச்சியைப் புதிய வளர்ச்சி என்னும் பொருளில் நியோபிளாசம் (neoplasm) என்பர். புற்றுநோய் வளர்ச்சி என்பது திசுக்களின் தொடர்ந்த விரைவான வளர்ச்சியைக் குறிக்கும். வளர்ந்த திசுக்கள் ஒழுங்கான அமைப்பின்றிச் சாதாரண திசுக்களைப்போல் இருக்கும். அந்தத் திசுக்களுக்கு எந்தப் பணியும் இல்லை என்பதுடன் இவ்வளர்ச்சி எந்தக் காரணத்தினால் தூண்டப்பட்டதோ அந்தக் காரணத்தை நீக்கிய பிறகும் கூட வளர்ச்சி தொடரும் என்பது புற்றுநோய்த் திசுக்களின் தனிப் பண்பாகும். புற்றுநோய் கட்டிகள், சாதாரணக்கட்டி, கொடிய கட்டி என இருவகைப்படும். சாதாரணக்கட்டி (B.tumour) இறப்பை ஏற்படுத்துவதில்லை. கொடிய கட்டியே (malignant tumour) புற்றுநோய் எனப்படுகிறது. இது மரணத்தை விளைவிக்கக் கூடியது. சாதாரண கட்டியும் இதயம், மூளை, நுரையீரல் போன்றவற்றில் வளர்ச்சியுற்றால் தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்தும்.

புற்றுநோய் ஏற்படப் பல காரணங்கள் உள்ளன. அவற்றை உட்காரணங்கள், வெளிக்காரணங்கள் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். உட்காரணங்கள் கால்நடைகளின் உடலோடு இணைந்து காணப்படுகின்றன. வெளிக்காரணங்கள் வேறு வெளிப் பொருள்களின் பாதிப்பால் ஏற்படுகின்றன. உட்காரணங்களில் பரம்பரை முதன்மையானது. சில சமயங்களில் நோயை ஏற்படுத்தத் தூண்டும் காரணம் தேவைப்படலாம். கோண்ட்ரீம் என்னும் அறிஞரின்

கருத்துப்படி கருவின் வளர்ச்சிப் பருவத்திலேயே சில திசுக்கள் சில உறுப்புகளினுள் சிறைபட்டுப் பிற்காலத்தில் பெரு வளர்ச்சியடைந்து புற்றுநோயாக உருப்பெறுகின்றன. புற்றுநோய், அடிப்படையில் வயதானப் பிறகு ஏற்படக்கூடிய நோயாகும். புற்றுநோய் தோன்றக் கூடிய வயது கால்நடைகளில் 8 - 10 ஆகும். இதனால் புற்றுநோய் ஏற்பட வயதும் ஒரு காரணம் என அறியலாம். தோலில் கறுப்பு நிறத்தைத் தரும் மெலானின் என்னும் நிறமிகள் இல்லையேல் சூரிய ஒளிக் கதிர்களால் தோல் புற்றுநோய் ஏற்படக்கூடும். இது வெள்ளைக் குதிரைகளில் காணப்படக்கூடியதாகும். ஹெர்போர்டு இனக் கால்நடைகளின் கண்களில் இந்தக் கறுப்பு நிறமி காணப்படாமையால் அவை கண்புற்று நோயில் பாதிக்கப்படுகின்றன.

அயல் பொருள்களாலும் புற்று நோய் ஏற்படுகிறது. சில வேளையில் உடலில் ஏற்படும் காயங்கள் புற்றுநோயாக உருப்பெறக்கூடும். தொடர் உராய்வு மற்றும் எரிச்சல் ஏற்படுத்தக்கூடிய பொருள்களாலும் புற்றுநோய் ஏற்படலாம். கூரான பற்கள் தொடர்ந்து அழுத்துவதால் வாயில் புற்றுநோய் தோன்றக்கூடும். வேலை செய்யும் எருதுகளில் நுகத்தடியின் தொடர்ந்த உராய்வால் கொம்புகளில் புற்றுநோய் ஏற்படுகிறது. இந்தத் தொடர் உராய்வு மற்றும் தூண்டுதலால் திசுக்கள் தொடர்ந்து இருந்து வருவதுடன் இவற்றைப் புதுப்பிக்கத் திசுக்கள் பெரும் வேகத்தில் வளர்வதால் புற்றுநோய் ஏற்படுகிறது.

சில வேதிப் பொருள்களைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவதன் மூலம் புற்று நோய் ஏற்படுகிறது. பென்ஸ்பெரின், அனிலின் சாயங்கள் போன்றவை சில எடுத்துக்காட்டு வேதிப் பொருள்களாகும். கதிர்வீச்சு (radiation) மூலமும் புற்றுநோய் ஏற்படக்கூடும். கதிர்வீச்சால் குரோமோசோம் காரணிகள் பாதிக்கப்பட்டுப் புற்றுநோய் வரலாம். வைரஸ் நச்சுயிரிகளாலும் புற்றுநோய் தோன்றக்கூடும். இவை DNA நச்சுயிரிகள் என்றும், RNA நச்சுயிரிகள் என்றும் இருவகைப்படும். இவை பல்வேறு விதமான புற்றுநோய்ப் பாதிப்புகளைக் கால்நடைகளில் ஏற்படுத்தக்கூடியன.

புற்று நோய்க் கட்டிகள் சாதாரண நிலையில் தொடங்கி மேலும் வளர்ச்சியடைந்து பெரிதாகின்றன. இவை பொதுவாகக் குறிப்பிட்ட இடத்திலேயே வரையறுக்கப்பட்டு வளர்கின்றன. ஆனால் கொடிய புற்றுநோய்க் கட்டிகள் திசுக்களுக்கு இடையில் சுவர்களைக்

கரைத்துக் கொண்டு பரவுவதுடன், நிணநீர் மற்றும் குருதி ஓட்டம் மூலமும் உடலின் பிற பகுதிகளுக்குப் பரவுகின்றன. இதனால் இவை ஓரிடத்தில் கட்டுப்படுத்தப்பட்டாலும் வேறு இடங்களில் மீண்டும் தோன்றித் தீய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

கால்நடைகளில் புற்றுநோயைக் கண்டறிவது பொருளாதார அடிப்படையில் இன்றியமையாதது. ஏனென்றால் புற்றுநோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையை வைத்திருப்பதால் ஏற்படும் வீண் செலவினங்களைக் குறைக்க நோயைக் கண்டறிந்தவுடன் நோயினைக் குணப்படுத்த பலமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. விரைவாகவும் பெரிதாகவும் வளரும் கட்டிகள் தொடர்ந்து குருதி ஒழுகல் பெற்றுக் குணமடையாமல் இருப்பது புற்றுநோயைக் குறிக்கும். பாதிக்கப்பட்ட திசுக்களை ஆராய்வதன் மூலம் நோயை அறுதியிடலாம். எலும்புப் புற்றுநோயை எக்ஸ் கதிர்வீச்சு ஆய்வு மூலம் கண்டறியலாம்.

புற்றுநோய்ப் பாதிப்பின் விளைவுகள் அது தோன்றியுள்ள இடம், அளவு, பரவுந்தன்மை போன்ற வற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. திசுக்களின் விரைவான வளர்ச்சியால் அருகிலுள்ள திசுக்கள் அழுத்தப்பட்டு அழிகின்றன. சில முதன்மை உறுப்புகளில் ஏற்படும் புற்றுநோய்க் கட்டிகள் உறுப்பினை அழுத்தத்துடன் சில குழாய்களை அடைப்பதன் மூலமும் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. திசு, குருதி மற்றும் நரம்புத் திசு ஆகியவற்றையும் இந்நோய் அழிக்கிறது. உணவுக் குழாய்கள் பாதிக்கப்பட்டால் கால்நடைகள் மெலிந்து வலிமை குன்றிக் காணப்படும். குருதிச் சோகையைச் சிலவகைப் புற்றுநோய்கள் ஏற்படுத்தும். நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் ஏற்படும் புற்றுநோய் இச்சுரப்பிகளைத் தூண்டி ஹார்மோன்களை மிகை உற்பத்தி செய்யும். கொடிய வகைப் புற்றுநோய்களால் கால்நடைகள் இறக்கவும் நேரிடும். இவை யாவும் புற்றுநோயின் விளைவுகள் ஆகும்.

கால்நடைகளில் சாதாரணமாகப் புற்றுநோய் ஏற்படும் உறுப்புகள் கொம்பு, கழுத்து, மூக்கின் உட்புறம் ஆகியவை. இவற்றில் ஏற்படும் பாதிப்புகளை வெளியிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆனால் உடல் உள் உறுப்புகளில் ஏற்படும் பாதிப்புகளைத் தக்க ஆய்வு மூலமே கண்டறிய இயலும். சாதாரண வளர்ச்சிக் கட்டிகளை அறுவை மூலம் குணப்படுத்த இயலும். ஆனால் கொடிய வகைப்

புற்றுநோய்த் திசுக்கள் உடல் முழுவதும் பரவக்கூடும் என்பதால் இந்நோய் கண்ட கால்நடைகள் வாழ்தல் அரிது. மருத்துவம் செய்வதும் பொருளாதார அடிப்படையில் மிகவும் பயனற்றது எனலாம்.

இரா. வசந்தகுமார்

## புற்றுநோய்

செல்லின் அடிப்படை வாழ்வைத் தாக்குகின்ற நோயையே புற்றுநோய் எனலாம். (லத்தீன் மொழியில் Cancer என்றால் நண்டு என்று பொருள்) செல்லின் மரபு நுட்ப அணுத்திரள் (genome) முழுமையாக மாற்றம் அடைகிறது. இதனால் புற்றுச்செல்கள், தாறுமாறாகவும், விரைவாகவும் பரவுகின்றன. மரபு நுட்ப அணுத்திரளின் மாற்றத்திற்குக் காரணம் திடீர் மாற்றம் (mutation) ஆகும். ஒன்று அல்லது பல மரபு நுட்ப அணுக்கள் மாற்றமடைகின்றன அல்லது பல மரபு நுட்ப அணுக்களைக் (genes) கொண்ட டி.என்.ஏ (deoxy ribonucleic acid) இன் ஒரு பெரும்பகுதி திடீர் மாற்றமடையலாம் அல்லது சில போது குரோமோசோம்களின் பல துண்டுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன அல்லது இழக்கப் படுகின்றன. உடலில் திடீர் மாற்றமடையும் செல்களின் மிகச் சிறிய பகுதியே புற்றுநோயாக மாறுகிறது. இதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. சாதாரண செல்களைவிட திடீர் மாற்றமடைந்த பல செல்கள் குறைந்த காலமே நீடிப்பதால் அழிவுறுகின்றன. நீடித்து வாழும் ஒரு சில திடீர் மாற்றமடைந்த செல்கள் மிகை வளர்ச்சியைத் தடை செய்யும் பொதுவான கட்டுப்பாடுகளை இழக்கின்றன. புற்றுச் செல்களாக மாறக்கூடிய தன்மை வாய்ந்த செல்கள், புற்றுச் செல்களாக மாறும் முன்பே உடலின் தடுப்பாற்றல் மண்டலத்தால் அழிக்கப்படுகின்றன. மனித உடலில் புற்று செல்லாக மாறக்கூடிய செல்கள் உருவாகிக் கொண்டே இருக்கின்றன. ஆனால் மனிதத் தடுப்பாற்றல் மண்டலம் அதைத் தொடக்கத்திலேயே அழித்துவிடுகிறது. அதனால் தான், தடுப்பாற்றல் மருந்து எடுத்துக் கொண்டிருப்பவர், தடுப்பாற்றல் மண்டலம் முறையாகச் செயல்படாமையால் புற்றுநோயால் எளிதில் தாக்கப்படுகின்றனர். குறிப்பிட்ட வேதியிய, இயற்பிய, உயிரியல் கூறுகளால் திடீர் மாற்றம் ஊக்குவிக்கப்பட்டுப் புற்றுநோய்க்கு வித்திடப்படுகிறது.

எக்ஸ் கதிர், காமாக் கதிர், கதிரியக்கப் பொருள், புற ஊதாக் கதிர் ஆகியவை புற்றுநோய்க்கு முன்னிணக்கக் கூறாக அமைகின்றன. மேற்கூறிய கதிர்வீச்சின் விளைவால்



திசுச்செல்களில் உருவாகும் அயனிகள் பெருமளவில் வினைபுரிந்து டி.என்.ஏ. இழை முறுக்குகளை உடைத்து மிகப் பல திடீர் மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. சில வகையான வேதிப் பொருள்களுக்கும் திடீர் மாற்றமடையும் ஆற்றல் உண்டு. இதற்குச் சான்றாக அனிலின் சாயமும், சிகரெட் புகையிலுள்ள வேதிப் பொருள்களும் உள்ளன. இத்தகையப் பொருள்களை புற்றுநோயூக்கி (carcinogen) எனப்படும்.

இயற்பிய உறுத்தல்களுக்குச் சான்றாக, சில வகை உணவுப் பொருள்கள் சிறுகுடல் பாதையின் சிலேட்டுமப் படலத்தைப் பாதித்துச் செல் பிரிவை ஊக்குவித்து, குன்றல் பகுப்பு (mitosis) விரைவாகி திடீர் மாற்றம் உண்டாகிறது. பரம்பரையும் ஓர் கூறாக உள்ளது. ஆய்வக விலங்கினங்களில் வைரஸ்களின் உதவியால் குருதிப்புற்று போன்ற நோய் உருவாக்கியுள்ளனர். டி.என்.ஏ. இழைக் குரோமோசோம்களுக்குள் நுழைந்து புற்று நோயை உண்டாக்குகின்றது. ஆர்.என். ஏ (ribo nucleic acid) இல் சில ரிவர்ஸ் டிரான்ஸ்கிரிப்டேஸ் (reverse transcriptase) என்னும் நொதியைக் கொண்டுள்ளன. இவை ஆர்.என்.ஏ.இ லிருந்து டி.என்.ஏ. ஐ நகர்த்துகின்றன. நகர்த்தப்பட்ட டி.என்.ஏ. விலங்கு இனக் குரோமோசோம்குள் நுழைந்து புற்றுநோயை உண்டாக்குகிறது. புற்றுநோய்ச் செல்கள், காலோன் என்னும் பொருளைச் சுரக்காமையால், அவற்றின் வளர்ச்சிக்கு அளவே கிடையாது. புற்றுச் செல்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டுள்ளமையால், எளிதில் இங்குமங்கும சென்று புற்றைப் பரப்புகின்றன.

புற்றுநோயின் வகைகள், உருப்பெருக்கியினடியில் அதன் தோற்றத்தைப் பொறுத்து பாகுபாடு செய்யப் பட்டுள்ளன. புற்றுநோய்களின் பெயர், அது உருவாகும் திசுவைப் பொறுத்துள்ளது. புறத்தோலியச் (epithelium) செல்கள் கொண்ட புற்றுநோயைப் புற்று (carcinoma) இணைப்புத் திசுவிருந்து உருவாகும் புற்றை இணைப்புத்திசு புற்று (sarcoma) என்றும் எலும்புத் திசுவிருந்து உருவாகும் புற்றுநோயை எலும்பாக்க (osteogenic) இணைப்புத்திசு புற்று என்றும் குருதிச் செல்களை உற்பத்தி செய்யும் எலும்பு மஜ்ஜையிலிருந்து தோன்றும் புற்று சோற்றுப்புற்று (myeloma) என்றும், (myelos - எலும்பு மஜ்ஜை) குருத்தெலும்புகளிலிருந்து உருவாகும் புற்றை காண்ட்ரோ இணைப்புத்திசுப் புற்று என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

புற்றுநோய்ச் செல்களும், திசுக்களும் விரைவாக

வளர்ச்சியடைவதால் உடலுக்குத் தேவையான முதன்மையான சத்துப்பொருள்கள் அனைத்தையும் அவையே உட்கவர்வதால் செல்கள் பாதிக்கப்பட்டுச் செல்களும், திசுக்களும் நசித்து அழிகின்றன (காண்க: புற்றுக்கட்டி).

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். Arthur C.Guyton, *Text book of Medical Physiology*, 6th Edition., W.B.Saunders Company, Philadelphia, 1981.

## புற அதிர்ச்சிப்புண் மருத்துவம்

இதயக் குருதி நாள நோய்க்கும், புற்றுநோய்க்கும் அடுத்து மிகையான மரணங்கள் காயங்களால் விளைகின்றன. காயம் ஏற்பட்டவுடன் உயிரைக் காப்பாற்றுவதே முதன்மைப் பணியாக உள்ளது. உடனடியாக நோய் அறுதியிடல் செய்து உரிய மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். உடனடியாக புத்துயிர் அளித்தல், காயத்தின் தன்மையையும், அளவையும் கணக்கிடல், தொடக்க கால மருத்துவம், குறிப்பிட்ட மருத்துவம் ஆகியவை 'புற அதிர்ச்சிப் புண் (trauma management) மருத்துவத்தில் குறிக்கோள்களாக அமைகின்றன.

உடனடியான புத்துயிர் அளிப்பு, மூச்சுவிட முடியாமை, இதய நிறுத்தம், மிகையான குருதிப் பெருக்கு ஆகியவையே உடனடி மரணத்திற்கு காரணங்களாக உள்ளன. காற்றுப் பாதை அடைப்பு, மார்புச் சுவரும், நுரையீரல்களும் குறைந்த அளவில் விரிந்து சுருங்குதல், மூளையிலிருந்து போதிய தூண்டல் இராமை ஆகியவை இதற்குக் காரணங்களாக அமைகின்றன.

காற்றுப்பாதை அடைப்புக் காரணங்கள். மேல் தொண்டையின் இளம் திசுக்களின் தளர்வு, நாக்கு பின்னோக்கிச் சென்றுவிடுதல், சளி-குருதி வாந்திப் பொருள் போன்றவை மூச்சுப் பாதையை அடைத்தல் போன்றவை காரணங்களாக உள்ளன. இத்தகைய காரணங்களைச் சீர்செய்தால் அடைப்பு சீரடைந்துவிடும். தேவை ஏற்படின் மூச்சுக் குழலுக்குள் குழாயைச் செலுத்தி காற்றை உட்போகச் செய்யலாம்.

குருதி ஓட்டம் சீராக இயங்க, தேவைப்பட்டால் இதயத் தசை அழுத்தம் செய்ய வேண்டும். இதயத் துடிப்பைச் சீர் செய்யச் சோடியம் பைகார்பனேட் 44.8 Meq (50 மி.லி. ஊசி) சிரை வழியாக செலுத்த வேண்டும். இதயத்

துடிப்பு தின்றுவிட்டால் எப்பிநெஃப்ரின் 0.2 - 0.5 மி.லி. சிரை வழியாக உட்செலுத்தலாம். இதயக் கீழரை (ventricle) துடிப்பு அதிகமாகிவிட்டால் மின் அதிர்ச்சி (200 - 400 வாட் நொடி) கொடுக்க வேண்டும். சிரை வழியாகச் சைலோகனை 100 மி.கி. அலகில் கொடுக்கலாம். ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறை 100 மி.கி. கொடுக்க வேண்டும்.

குருதிப்பெருக்கு மிகையாக இருந்தால், நாடித் துடிப்பையும் குருதி அழுத்தத்தையும் அளவிட்டுக் குருதியளிக்கலாம். குருதி வெளிவரும் இடத்தைக் கண்டுபிடித்து அதைத் தடை செய்ய வேண்டும். காயத்தின் தன்மையையும், அளவையும் கணக்கிட்டு, இன்றியமையாத பணிகளை குருதி அழுத்தம், நாடித் துடிப்பு, மூச்சுவிடும் விகிதம் உடல் வெப்பம் மேற்கொள்ள வேண்டும். அடிபட்ட இடங்களைப் பொறுத்து வேதி மருத்துவமோ (chemotherapy), அறுவை மருத்துவமோ (surgery) அளிக்க வேண்டும். தொடக்கத்தில் நோயாளியின் அதிர்ச்சியைப் போக்க வேண்டும். குறிப்பிட்ட மருத்துவம் எனப்படுவது பாதிக்கப்பட்ட உறுப்பைப் பொறுத்தது. தீக்காயங்களில் பெரும்பாலும் நீர்ம இழப்பும், அதிர்ச்சியும் வலியும் மிகுதியாக இருப்பதால் சிரையுள் நீர்மங்கள் குருதி, மெபண்டெர்மின் போன்ற மருந்து, வலிநீக்கி, துயிலூட்டி மருந்து ஆகியவை கொடுக்கப்பட வேண்டும். தல மருத்துவமும் அளிக்கப்பட வேண்டும். உடனடியாக முதலுதவி மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

சாரதா கதிரேசன்

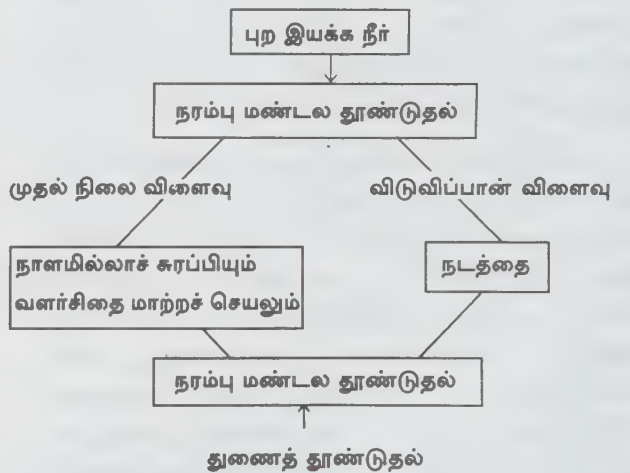
துணைநூல். George L.Nardi et.al., *Surgery*, Fourth Edition., Little Brown & Co., Boston, 1982.

## புற இயக்குநர்

ஓர் இனத்திற்குரிய இருபால் உயிரிகளாலும் சுரக்கப்படும் மணப்பொருளை புற இயக்குநர் (pheromones) என்பர். உடலின் வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள சுரப்பிகளால் குறிப்பாகத் குதவாய், சிறுநீரக, இனப்பெருக்க இடங்களில் இது சுரக்கப்படுகிறது. விலங்குகள் ஒன்றொடொன்று வேதி முறையில் தொடர்புகொள்ள இது பயன்படுகிறது. உடற்செயலைக் சீராக்க நாளமில்லாச் சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் உண்மையான சுரப்பு இயக்க நீர்களைப்

போலல்லாமல் இது நாளசுரப்பிகளால் விலங்குகளின் வெளிச் சூழலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. புற இயக்குநர் பலவகைப்பட்ட வேதி தன்மை கொண்டது. இது பொதுவாக 10 - 17 கார்பன் அணுக்களுடன் 180 - 300 மூலக்கூறு எடை பெற்று அமைந்துள்ளது. மிகக் குறைந்த அளவு புற இயக்குநீரே எதிர்வினையைத் தூண்ட போதுமானது. நாடோடி வண்ணத்துப் பூச்சியில் (gypsy moth) சுரக்கப்படும் 0.01 நுண்கிராம் கிப்ளர் என்னும் புற இயக்குநர் ஒரு பில்லியன் ஆண் பூச்சிகளை ஈர்க்கவல்லது.

புற இயக்குநீரை அவற்றின் செயல்பாட்டை வைத்து இரு வகைப்படுத்தலாம். விடுவிப்பான் புற இயக்க நீர் உடனடியாக அதே இனத்தில் உள்ள மற்ற விலங்குகளின் நடைமுறையில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. இவ்வகைப் புற இயக்குநீர் சிறந்த பாலினக் கவர்ச்சி ஊக்கியாகவும் ஊர்ந்து செல்லும் தடங்களைக் குறிக்கும் பொருளாகவும், அச்சுறுத்தும் எதிர்வினையைத் தூண்டுவதாகவும் இருக்கலாம். நேரடியாக நடு நரம்பு மண்டலம் வழியாகச் செயல்புரிகிறது. முதல்நிலைப்புற இயக்குநீர் நாளமில்லாச் சுரப்பி இயக்கத்தை அல்லது வளர்சிதை இயக்கத்தில் மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது. அம்மாற்றம் பால் முதிர்ச்சி, வளர்ச்சி அல்லது வளர் உருமாற்றம் ஆகியவற்றைப் பாதிக்கிறது.



## படம் 1. வளர்சிதை இயக்க மாற்றம்

விடுவிப்பான் புற இயக்குநீர் பரவலாக விலங்குத் தொகுதியில் காணப்படுகிறது. பால் கவர்ச்சிப் பொருள்கள் அவற்றுள் முதன்மையானவை. பல பெண் பூச்சிகள்



ஆண்களை கவர் புற இயக்கு நீரைச் சுரக்கின்றன. பெண் பட்டுப்புழு பாம்பிக்கால் என்னும் கவர்ச்சிப் பொருளையும் (bombykol) நாடோடி வண்ணத்துப் பூச்சியும் கிப்ளூ என்னும் கவர்ச்சிப் பொருளையும் சுரக்கின்றன. பெண் கர்ப்பான் மலவாயின் மேல் தகடு இவ்வித புற இயக்கு நீரை சுரக்கின்றன. சில வகை வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் ஆண்கள் கவர்ச்சிப் பொருளை சுரக்கின்றன. சமூகப் பூச்சிகளில் புற இயக்கு நீர் நன்கு வளர்ச்சிடைந்த தொடர்புக் கருவியாகப் பயன்படுகிறது. எறும்புகளின் ஊர்தடப் பொருள், அச்சுறுத்தும் பொருள் போன்றவை நன்கு அறிந்த புற இயக்கு நீராகும். இது போன்று உணவு பரிமாற்றம், ராணி எறும்புப் பாதுகாப்பு போன்ற பல பணிகளுக்காகவும், புற இயக்கு நீர் சுரக்கப்பெறுகிறது. இறந்த எறும்புக்கூட ஒருவகைப் புறஇயக்கு நீரைச் சுரப்பதாக தெரிகிறது.

தேனீக்களில், ராணித் தேனீ கூட்டு வாழ்க்கையில் இனப்பெருக்கச் சுழற்சியைக் கட்டுப்படுத்த 9 - கீட்டோடெக்கோனியக் அமிலம் (9-ketodecanoic acid) என்னும் புற இயக்கு நீரை உண்டாக்குகிறது. இது அரைத் தாடைச் சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படுகிறது. இதை உட்கொண்ட வேலைக்காரத் தேனீக்களுடைய சூலக வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. ராணித் தேனீயை வளர்ப்பதற்கான அரசசெல்லி சுரப்பானும் தடைசெய்யப்படுகிறது. இந்தப் புற இயக்கு நீர் ராணித் தேனீயின் கலவி பாதையில் பால் கவர்ச்சிப் பொருளாகவும் செயல்படுகிறது.

வலசை வரும் வெட்டுக்கிளிகளில் வளர்ந்த ஆண்கள் தங்களுடைய தோலின் மேற்புறத்தில் புற இயக்கு நீரைச் சுரக்கின்றன. இந்நீர் இளம் வெட்டுக்கிளிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது.

புற இயக்கு நீர் பூச்சிகளில் மட்டுமன்றி மற்ற விலங்குகளிலும் காணப்படுகிறது. எலிகளில் இனப் பெருக்கத்தோடு தொடர்பான புற இயக்கு நீர் உள்ளது. மனிதர்களிலும் புற இயக்கு நீர் சுரக்கின்றது, புற இயக்கு நீரின் வேதித் தன்மை, அதன் விளைவுகள் பற்றிய அறிவு பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தப் பெரிதும் உதவும். பல அழிவு தரும் உயிரிகள் (pest) அவற்றின் குறிப்பிட்ட பால் கவர்ச்சிப் பொருள்களின் உதவியால் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன.

கு. சம்பத்

## புற உருள்

‘வட்டத்தின் மேல்’ என்னும் பொருள் கொண்ட கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து புற உருள் அல்லது மேல் வட்டம் (epicycle) என்னும் சொல் உருவாயிற்று. நிலையான வட்டமொன்றின் வளைவின் மேல் உருளும் வட்டமே புற உருள் எனப்படுகிறது. கோள்களின் இயக்கத்தை வடிவியல் (geometry) வழியாக விளக்கும் ஒரு கருவியாக இதைக் கிரேக்க வானியலார் பயன்படுத்தினார். புற உருளின் மையப்புள்ளி மாயவட்டம் (deferent) எனப்படும். அதை விடப் பெரியதான வட்ட வளைவின் புள்ளியொன்றில் அமைந்து, இரு வட்டங்களும் ஒரே சீராக அவற்றின் மையப்புள்ளிகளைப் பொறுத்துச் சுழன்றால், புற உருள் மேலுள்ள ஒரு புள்ளி கலப்பு நுதி (complex cusped) அல்லது கண்ணிப் பாதையை (looped path) அமைக்கும். வட்டங்களின் தளத்தில் இருக்கும் நோக்கல் ஒருவருக்கு இப்புள்ளி நேர்கோட்டில் செல்வது போலவும் வேகமாகவும் மாறிச் செல்வது போலவும் பின்புறமாகச் செல்வது போலவும் தோற்றமளிக்கும்.

ஏறத்தாழ கி.மு.140 இல் ஹிப்பார்க்கை தொடர்ந்து வாழ்ந்த கிரேக்க வானியலார் குறிப்பாக டாலமி என்பார் ஆண்டுதோறும் திகழும் ஒரு நிலையற்றனவாக தோற்றமளிக்கும் கோள்களின் பிற்போக்கு (retrograde) இயக்கங்களை, ஒரே சீரான வட்ட இயக்கங்களின் வழியாக விளக்கும் கணித மாதிரியாகப் புற உருள் இயக்கக் கோட்பாட்டினை உண்டாக்கினார். கோள் ஒவ்வொன்றும் புற உருள் எனப்படும். ஒரு சிறிய வட்ட வளைவில் மேல் இடஞ்சுழியாகச் செல்வதாக அவர்கள் கருதினர். இதனையடுத்து, புற உருளின் மையப்புள்ளி அதனைவிடப் பெரியதாக மாயவட்டத்தின் வளைவில் மேல் இடஞ்சுழியாக செல்வதாகவும் அவர்கள் கருதினர். மாயவட்டத்தின் மையப்புள்ளி புவியிலிருந்து ஒரு கோட்டம் (eccentricity) எனப்படும் தொலைவில் இருப்பதாகவும் அவர்கள் கொண்டனர். புற உருளின் மையப்புள்ளியின் ஒரே சீரான இயக்கத்தின் மையம் புவியோ அன்றி மாயவட்டத்தின் மையமன்று. புதனும் வெள்ளியும் சூரியனை விட்டு விலகி மிக தொலைவில் செல்வதில்லை என்னும் கருத்தை நிலைநாட்ட அவற்றின் புற உருள்களின் மையப்புள்ளிகள் புவியையும் சூரியனையும் இணைக்கும் நேர்கோட்டின் மேல் எப்போதும் அமையும் என்று அவர்கள் கருதினர்.

நிலையானதொரு வட்டத்தின் மேல் பிறிதொரு வட்டம் நழுவாமல் உருளும்போது அதன்மேல் உள்ள ஒரு புள்ளி அமைக்கும் வளைவையே மேல் வட்டவரு அல்லது புற உருட்டு (epicycloid) எனலாம். எடுத்துக்காட்டாக சிறிய இயக்க விசைச் சக்கரம் (cogwheel) ஒன்று பெரியதும் நிலையானதுமாக சக்கரத்தின் விளிம்பில் உள்ள ஒரு புள்ளி புறஉருட்டை அமைப்பதை காணலாம். பதிமூன்றாம் நூற்றாண்டில் இடைக்காலத்தில், புகழ் வாய்ந்த பாரசீக வானியலாரும், கணித மேதையுமான முகமத் நஸ்ருதீன் என்பார் ஒரு வட்டவளைவு, அதைவிட, இரு மடங்கு ஆரம் கொண்ட நிலையானதொரு வட்டத்தின் மேலுள்ள புள்ளியொன்று பெரிய வட்டத்தின் விட்டத்தைப் பாதையாக அமைக்கும் என்று கண்டார். நஸ்ருதீனுக்குத் தொடர்பின்றி, போலந்து வானியலார் கோபர்திகஸ் என்பாரும் (1473 - 1543) இதே கருத்தை வெளியிட்டார். 1543இல் வெளியிடப்பட்ட "வான் பொருள்களின் சுழற்சி" (The revolution of heavenly bodies) என்னும் புகழ்வாய்ந்த நூலில் இது காணப்படுகிறது. நஸ்ருதீன் - கோபர்திகஸ் தேற்றம் செயல்முறை எந்திரவியலில் (applied mechanics) பெரிதும் பயன்படுகிறது.

புற உருள் மாயவட்டத்தின் பயன்பாடு, மறுமலர்ச்சியும் (renaissance) வரை தொடர்ந்தது. மேலும் இது கோபர்திகஸின் சுழற்சி அமைப்பிலும் (revolutionary system) துணை புரிந்தது. ஆனால் கோள்களின் பாதை, நீள்வட்டம் என்று கெப்ளர் கண்டறிந்த பிறகு புற உருள்கள் பயனற்றுவிட்டன.

கு. மணிவாசகன்

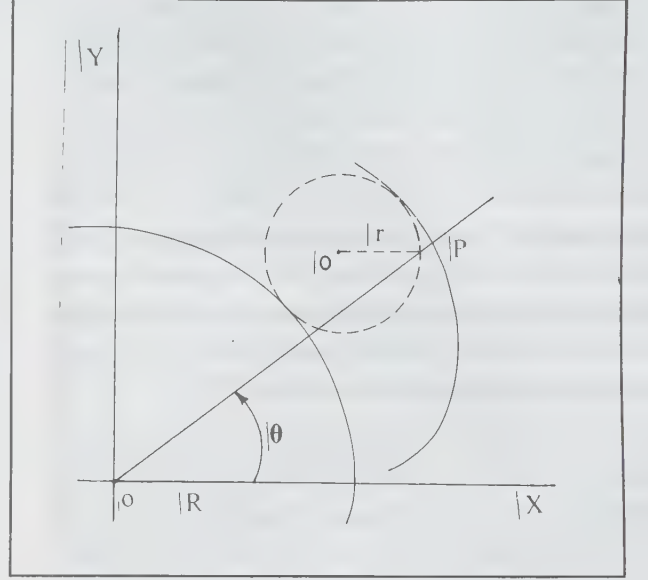
துணைநூல். M.Vygodsky, *Mathematical Hand Book*, Mir Publishers, 1971.

## புற உருள் வளை

ஒரு வட்டத்தின் மேல் உள்ள ஒரு புள்ளி ஒன்றின் இயங்குவரை, அவ்வட்டம் ஒருநிலை வட்டத்தின் வெளிப்புறத்தில் வருக்காமல் உருளுமாயின் அது புற உருள்வளை (epicycloid) எனப்படும்.

கி.மு. 150ஆம் ஆண்டில், கிரேக்க வல்லுநர் ஹிப்பார்க்கஸ் புற உருள்வளையைப் பற்றி கண்டறிந்தார். அதனைப்பற்றி 1639இல் டெசார்க்ஸ் என்பாரும், 1781இல் ஆயிலரும் ஆராய்ச்சி செய்தனர். டெசார்க்ஸ்

இணைந்த சுழலும் பற்சக்கரங்களை (gear teeth) அமைப்பதில் புற உருள் வளை பயன்பாட்டை முதன் முதலாக அறிவித்தார்.



புற உருள் வளை

நிலைவட்டத்தின் ஆரம் R ஆகவும், உருளும் வட்டத்தின் ஆரம் r ஆகவும் மேலும் R/r ஒரு விகிதமுறு எண் (rational number) ஆகவும் இருப்பின், புறஉருள்வளையின் துணையலகு சமன்பாடுகள் (parametric equation)

$$X = (R+r) \cos\theta - r \cos(1+R/r)\theta \quad \text{--- 1}$$

$$Y = (R+r) \sin\theta - r \sin(1+R/r)\theta \quad \text{--- 2}$$

எனக் குறிக்கப்படுகின்றன.

$r = R$  க்குச் சமமானால், சமன்பாடுகள் 1, 2ம்

$$X = R (2\cos\theta - \cos 2\theta)$$

$$Y = R (2\sin\theta - \sin 2\theta)$$

என மாறுவதால் இவை நெஞ்சுவளையின் (cardioid) சமன்பாடாகும்.

பங்கஜம் கணேசன்



## புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு

4 முதல் 400 நானோ மீ. அலை நீளமுள்ள கதிர்கள் புற ஊதாக் கதிர்கள் (ultraviolet rays) எனப்படுகின்றன. புற ஊதாப் பகுதி கட்டிலுமாகும் நிறமாலையில் ஊதா முனையில் தொடங்கிப் பெரும் அலை நீள எக்ஸ் கதிர் பகுதி வரை விரிந்துள்ளது. 400 - 300 நானோ மீ. அலை நீளமுள்ளவை அண்மைப் (near) புற ஊதாக் கதிர்கள் எனவும், 300 - 200 நானோ மீ. அலை நீளமுள்ளவை தொலைப் (far) புற ஊதாக் கதிர்கள் எனவும், 200 நானோ மீட்டருக்கும் குறைந்த அலை நீளமுள்ளவை முனைக்கோடிப் (extreme) புற ஊதாக் கதிர்கள் எனவும் பொதுவாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. முனைக்கோடிப் புற ஊதாக் கதிர்களைக் காற்று பெரிதும் உட்கவரும். எனவே அவற்றை ஆய்வு செய்யும்போது வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கருவிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதன் காரணமாக இப்பகுதி வெற்றிடப் புற ஊதாக் கதிர் எனவும் குறிக்கப்படுவதுண்டு. உயிரியல் விளைவு, பயன்பாடு, ஒளிர்வு, தன்னியல்பான உட்கவர்தல், ஒளிர்வு மூலம் வேதிப் பகுத்தாய்வு செய்தல் ஆகிய நிகழ்வுகள், புற ஊதாக் கதிர்களுடன் தொடர்பு கொண்ட துறைகள் ஆகும். புற ஊதாக் கதிர்களால் மேல் தோல் கறுத்தல், புண்ணாதல், நுண்ணுயிரிகள் கொல்லப்படுதல் ஆகியவை உயிரியல் விளைவுகளாகும். தோல் நோய் மருத்துவம், தோலின் உட்பகுதியிலும் வைட்டமின் உற்பத்தி, ரிக்கட்ஸ் (rickets) நோயைத் தடுத்தலும் தீர்த்தலும் காற்று, நீர், மற்றப் பொருள்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து நுண்ணுயிரி நீக்கம் செய்தல் ஆகியவை புற ஊதாக் கதிர்களின் உயிரியல் பயன்கள்.

புற ஊதாக்கதிர்கள் உட்கவரப்படும்போது ஒளிர்ந்தலும், பின்னொளிர்தலும் ஏற்படுகின்றன. இந்த நிகழ்வுகள் ஒளிர்வு விளக்குகளிலும், ஒளிர் சாய உற்பத்தியிலும், புற ஊதாக் கதிர் ஒளிப்படமெடுத்தலிலும், ஒளிர் திரைகளில் பயன்படும் ஒளிர் பொருள்களைத் தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகின்றன. புற ஊதாக்கதிரை உட்கவரும் தன்மையைப் பயன்படுத்திப் பொருள்கள் வேதிப் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன. உட்கவர்தலால் தோன்றும் ஒளிர்வும் வேதிப் பகுப்பாய்வுக்கு உதவுகிறது.

சூரியனிலிருந்தும், கார்பன், ஹைட்ரஜன், பாதரசம் போன்றவற்றின் வில் விளக்குகளிலிருந்தும், வெப்பத்தால் ஒளிரும் பொருள்களிலிருந்தும் புற ஊதாக்கதிர்கள் பெறப்படுகின்றன. சூரிய ஒளியால் பொருள்களில் ஏற்படும் சிதைவு விளைவுகளை ஆராயச் செயற்கையான புற ஊதாக் கதிர் மூலங்கள் பயன்படுகின்றன. புற ஊதாக் கதிர்களை மிகுதியும் உட்கவரும் வேதிப் பொருள்களை நுண்ணிய

அளவில் கலந்து விடுவதன் மூலம் பொருள்களின் சிதைவைத் தடுக்க முடிகிறது.

புற ஊதாக் கதிர்களைத் துலக்க உயிரியல் அமைப்புகளும் வேதி அமைப்புகளும் உதவுகின்றன, புறத்தோல், குழந்தைகளின் கண்கள், ஒளிப்படத்தகடு ஆகியவற்றைப் புற ஊதாக்கதிர்கள் பாதிக்கின்றன. ஒளியின் குழல், ஒலி வோல்ட்டா மின் கலம், ஒளி மின் கடத்தும் கலம், கதிர் வீச்சளவி ஆகியவை துல்லியமாகப் புற ஊதாக்கதிர்களைத் துலக்க உதவும்.

புற ஊதாக் கதிர்கள் ஜோஹன் வில்ஹெல்ம் ரிட்டர் என்னும் ஜெர்மானிய அறிஞரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சூரியனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்கள் கட்டிலுமாகாவிட்டாலும் ஒளிப்படத் தட்டுகளில் விரிவான நிறமாலையாகப் பதிவாகின்றது. இத்தகைய கருவிகளில் குவார்ட்ஸ் படிகத்தாலான வில்லைகளும் முப்பட்டகங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டால் சிக்கல் நிறைந்த நிறமலைகளை பதிவு செய்யமுடியும் என ஜார்ஜ் கேப்ரியல் ஸ்டோக்ஸ் என்பார் 1852ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். சூரியனிலிருந்து வெளிப்படும் புற ஊதாக்கதிர்கள் புவிப் பரப்பை வந்தடையும் முன் புவியின் வளி மண்டலம் அவற்றிலுள்ள அண்மைப் புற ஊதாக்கதிர்களைத் தவிர மற்றவற்றை உட்கவரந்து விடுகிறது. வளி மண்டலத்தின் மேல் பகுதிகளில் உள்ள ஈரணு ஆக்சிஜன் மூலக் கூறுகளைப் புற ஊதாக் கதிர்கள் ஒசோனாக மாற்றி விடுகிறது. வளி மண்டலத்தில் ஏறத்தாழ 25 கி.மீ. உயரத்தில் ஒசோன் செறிவு பெருமமாக உள்ள ஒசோன் கோளம் (ozono-sphere) என்னும் பகுதி இருப்பதாகச் சார்லஸ் ஃபாப்ரி (Charles Fabry) என்னும் பிரஞ்சு அறிஞர் 1913 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

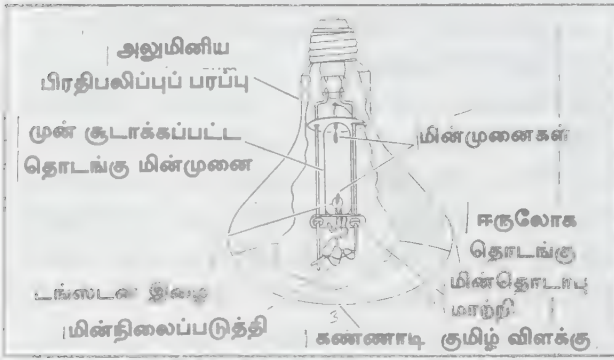
துணைநூல். I. Asimov, *Guide to Science*, Vol. I, Pelican Books, New York, 1972.

## புற ஊதா விளக்கு

வணிகம் மற்றும் தொழிலியல் குழல்களில் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் புற ஊதாக் கதிர்வீச்சை உண்டாக்கி வடிவமைக்கப்பட்ட ஒரு பாதரச ஆவி விளக்கே புற ஊதா விளக்கு (Ultra violet lamp) எனப்படுகிறது.

அருகுப் புற ஊதா விளக்கு. 3200 - 400 ஆம்ஸ்டான் அலகு கொண்ட அலைவெண் எல்லையிலுள்ள புற ஊதா ஆற்றல் அருகுப் புற ஊதா அல்லது கறுப்பு ஒளி எனப்படுகிறது.

தன்னொளிர் விளக்கு (flourescent lamp) மற்றும் பாதரச ஆவி விளக்குகளில் தோன்றும் புற ஊதாக்கதிர்கள் உட்பூச்சுகளால் வடிக்கப்பட்டுக் கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியாக மாற்றப்படும். புறஊதா ஆற்றல், ஒளிர் பூச்சு, வண்ணம், எழில்மிகு விளம்பரம் ஆகியவற்றை ஒளிரச் செய்கிறது. தொழிலகக் கருவிகளில் இயக்கநிலைப் பகுதிகளில் விரிசல் போன்ற பிழைகளைச் சுட்டிக் காட்ட உதவுகிறது.



படம். புற ஊதா விளக்கின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

நடுத்தரப் புறஊதா விளக்கு. 2800 - 3200 ஆங்ஸ்ட்ராங் அலகில் உள்ள அலை நீள வரிசைகள் இவ்வகைப்பாட்டில் அடங்கும். வார்ப்பு அழிப்பு, உலோகத் தகடுகளிலுள்ள மிகச் சிறிய துளைகளைக் கண்டறிதல், பொறியியல், வரைபடங்களை அச்சிடல் ஆகிய பணிகளுக்குப் பயன்படும் ஒளிப்பட வேதியியல் விளக்கு இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

தொலைப் புறஊதா விளக்கு. இது 2200 - 2800 ஆங்ஸ்ட்ராங் அலை நீள வரிசையில் உள்ள புறஊதாக்கதிர்களை வெளியிடும் விளக்கு. இது நுண்ணியிரிகளை அழிப்பதற்காக வடிவமைக்கப்படுகிறது. மின்னியற் தன்மையில் ஒத்த தன்னொளிர் விளக்குகளும் - ஒளிப்பொருள் பூச்சற்ற பாதரச விளக்குகளும் இப்பணிக்குப் பயன்படுகின்றன. இது அழுகும் பொருள்களைச் சேர்த்து வைக்கும்போது அவற்றின் பரப்பிலுள்ள உயிரினங்களையும், மருந்துத் தயாரிப்புத் தொழிலின் உற்பத்திப் பொருள்களின் மேல் படரும் உயிரினங்களையும் அழிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

## புற ஒலி உயிரி இயற்பியல்

புற ஒலி அல்லது கேளா ஒலி என்பது மனிதர்களின் காதுகள் உணர முடியாத 20,000 ஹெர்ட்சுக்கு மேற்பட்ட அதிர்வெண்ணுள்ள ஒலியைக் குறிக்கும். கேளா ஒலிக்கும் உயிரி ஊடகங்களுக்கும் இடையில் ஏற்படும் இடைவினைகளைப் பற்றிப் புற ஒலி உயிரி இயற்பியல் (Ultrasonic biophysics) விவரிக்கிறது. அந்த இடைவினைகளின் வகை, அவற்றால் உயிரி ஊடகங்களில் ஏற்படும் பின் விளைவுகள், அந்த இடைவினைகளை உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத் துறைகளில் பயன்படுத்தக்கூடிய முறை ஆகியவற்றைப் பற்றியும் அது விளக்கும். உயிருள்ள அமைப்புகளில் கேளா ஒலிப் பரவலின் பண்புகள், கேளா ஒலிகளுக்கும் உயிரியல் கட்டுமானங்களுக்கும் இடையிலான இடைவினைகளின் இயற்பியல் செயல் நுட்பம், கேளா ஒலிகளால் திசுக்களில் ஏற்படும் பாதிப்பு, கேளா ஒலி உட்கொள் அளவீட்டு (dosimetry) முறை எனப் புற ஒலி உயிரி இயற்பியைப் பகுக்கலாம். இத்துறையில் செய்யப்பட்டிருக்கிற ஆய்வுகள்  $10^{-10}$  முதல்  $10^{-3}$  நொடி வரையிலான கால நெடுக்கங்களில் நிகழும் மறுவினைகளைப் பற்றிப் பல தகவல்களை அளித்திருப்பதுடன் கேளா ஒலிமூலம் நோயறிதலுக்கும் மருத்துவத்திற்கும் அடிப்படையான தத்துவங்களையும் அளித்திருக்கின்றன.

உயிரியல் ஊடகங்களின் வழியாகக் கேளா ஒலியின் பரவல் பண்பு, அலைகளின் திசைவேகம், அலை ஆற்றலில் ஏற்படும் நலிவு, உட்கவர்தல் ஆகிய அளவிடக்கூடிய அளவுகளின் அடிப்படையில் விவரிக்கப்படும். முதுகெலும்பிகளின் நுரையீரல் திசுக்களைத் தவிர மற்ற மென்மையான திசுக்களின் வழியாக ஒலி நொடிக்கு ஏறத்தாழ 1500 மீ. திசைவேகத்துடனும் மிகக் குறைவான பிரிகையுடனும் பரவுகிறது. நீரிலும் அதே வேகத்துடன் பரவும். கோலாஜன் (collagen) மிகுந்த திசுக்களில் ஒலி இதை விட 10 - 15% கூடுதல் வேகத்துடன் பரவுகின்றது. நுரையீரலின் ஒலிபரவும் வீதம் அதன் உப்பலையும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணையும் அடிப்படையாகக் கொண்டது. நுரையீரல் திசுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம் மென் திசுக்களில் இருப்பதைவிடக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் குறைந்து காணப்படும். பாலூட்டிகளின் எலும்புகளின் ஊடாக ஒலி திசுக்களிலிப்பதைப் போல ஏறத்தாழ இரு மடங்கு வேகத்துடன் பரவுகிறது. இந்த ஒலி சில மெகா ஹெர்ட்ஸ் அளவிலான அதிர்வெண்ணுடையது. நுரையீரல் திசுக்களில் ஏற்படும் ஒலி ஆற்றல் நலிவு மென்திசுக்களில் ஏற்படுவதைவிட 50 மடங்கு மிகுதி. அது அதிர்வெண்ணை அடுக்குக்குறி



வடிவில் சார்ந்திருக்கிறது. எலும்பில் ஏற்படும் ஒலி ஆற்றல் நலிவு மென் திசுக்களில் ஏற்படுவதைவிட 10 மடங்கு கூடுதல். உட்கவர்தலால் ஏற்படும் நலிவு வெவ்வேறு திசுக்களில் வெவ்வேறாக இருக்கிறது. மொத்த நலிவில் உட்கவர்தலால் ஏற்படும் நலிவின் பங்கு குருதியில் 90%, மென் திசுக்களில் 75% என்றும், நுரையீரல்களில் மிக நுண்ணியதாகவும் உள்ளது. செல்கட்டுமானம், செல் கூட்டமைப்பு ஆகியவை காரணமாக ஒலி சிதறப்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது. கொலாஜன் அமைப்பு காரணமாக செல்கள் ஒலியைச் சிதறலாம். மென் திசுக்களில் உள்ள நீரின் அளவு குறையும் போதும் கொலாஜன் அளவு மிகும் போதும் ஒலியின் திசைவேகமும் ஆற்றல் நலிவும் கூடுமெனத் தோன்றுகிறது. உட்கவர்தல், செல்களின் புரத இருப்புடன் நெருக்கமான தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. ஒலி உட்கவர்தல், புரதத்தின் செறிவுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. ஆனால் அதன் செல் தொடர்பைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. பெரு மூலக்கூறுகளின் கரைசலை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் பரந்த அலைநீள நெடுக்க உட்கவர்தலுக்குப் பாலிபென்டைடு சங்கிலி பெரும் பொறுப்பு கொள்வதாகக் காட்டுகின்றன. உட்கவர்தல் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதற்குப் புரோட்டான் இடமாற்றம், உடன்பட்ட வகை மாற்றங்கள் (conformational changes), மூலக்கூறுகளின் பரும அளவியல் விரிவு (volumetric expansion) ஆகிய செயல்முறைகள் காரணமாகின்றன.

கணிசமான வீச்சுடன் கூடிய கேளா ஒலிகளால் உயிரியல் ஊடகங்களில் உண்டாக்கப்படுகிற நேர் மாறாக்கக்கூடிய, நேர்மாறாக்க முடியாத மாற்றங்களை மூன்று விதமான இயற்பியல் இடைவினைச் செயல்முறைகள் ஊக்குவிக்கின்றன. அவற்றை வெப்பவியலானவை, எந்திரவியலானவை, புழையிடுதல் (cavitation) எனக் குறிப்பிடலாம். இந்தச் செயல்முறைகள் செயல் தலத்தில் செலுத்தப்படுகிற கேளா ஒலி அளவுடன் தொடர்புள்ள வையாகத் தோன்றுகின்றன. கேளா ஒலி அளவு என்பது அலகு நேரத்தில் பாயும் ஆற்றல் பாயும், அதாவது ஒலியியல் செறிவு, ஒலி செலுத்தப்படும் நேரம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விளக்கப்படுகிறது. சில திசுக்களில் ஏற்படும் விளைவுகள் மட்டுமே கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பாலூட்டிகளின் மூளைத் திசுக்களில் நேர்மாறாக்க முடியாத கட்டுமான மாற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடிய ஒலியியல் செறிவுத் தொடக்க அளவு  $I$ , ஒலி படு நேரம்  $t$  இன் ஒரு சார்பெண் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. 1 - 10 மெகாஹெர்ட்ஸ்

அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில்  $I\sqrt{t} = 2 \times 10^6$  வாட்./மீ<sup>2</sup>  $\sqrt{\text{நொடி}}$  எனக் காணப்பட்டுள்ளது. 10° வாட்./மீ. அளவுக்குக் குறைந்த செறிவுகளில், சில நொடிகளுக்கு மேற்பட்ட ஒலிபடும் நேரங்களுக்கு வெப்பச் செயல் முறைகள் காரணமான விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. அத்தகைய சூழ்நிலைகளில் மூலக்கூறுகளின் உட்கவர் செயல்களின் மூலம், சேதப்படுத்தும் அளவுக்கு மேலாக வெப்ப நிலை உயரக்கூடிய வாய்ப்புகள் தோன்றுகின்றன. 10<sup>7</sup> வாட்./மீ<sup>2</sup> என்னும் அளவுக்கு மேற்பட்ட செறிவுகளில் சில மில்லி நொடிகளுக்கு ஒலி பட்டாலே திசுக்கள் அழியத் தொடங்கிவிடுகின்றன. அப்போது தோன்றும் நேர்மாறாக்க முடியாத விளைவுகளுக்கு நிலையற்ற புழையாக்கம் பொறுப்பாகிறது. இங்குத் திசுவியல் நிகழ்வுகளின் காலம் சார் (temporal), இடம் சார் (spatial) வரிசை, ஏனைய செயல்முறைகளின் தொடர்பாகக் காணப்படுவதிலிருந்து முற்றிலுமாக வேறுபட்டிருக்கிறது. திசுக்களின் உணர் தன்மையில் மாற்றங்கள் காணப்படுவதில்லை. உடலுறுப்பு எல்லைகள் புழை உருவாகும் மைய அமைப்புகளாகச் (cavitation nucleating centres) செயல்படுவனவாகத் தோன்றுகிறது. எந்திரவியல் செயல்பாடுகள் இது வரை இனம் காணப்படவில்லை. எனினும் அவை ஒரு திசை விசைகளை ஊக்குவிக்கிற நேர்போக்கற்ற செயல் முறைகளுடன் கூடியவையாக இருக்கலாம். அவற்றின் செயல் தொடக்கப் பகுதி, வெப்பவியல் மற்றும் புழையிடல் செயல்பாடுகளின் செயல் தொடக்கப் பகுதிகளுக்கு இடையில் அமைந்திருக்கக்கூடும்.

செயல் தொடக்கப் பகுதியை மிகக் குறைந்த செறிவுக்கும், மிக அதிகமான ஒலி படுநேரத்திற்கும், வேறு பல திசுக்களை உள்ளடக்கும் வகையிலும் விரிவுபடுத்திப் பார்க்கும்போது வெவ்வேறு  $I = t$  உறவுகள் கொண்ட கூறுகள் புலப்படுகின்றன. இறுதியில் படு நேரத்தைச் சார்ந்திராத வகையில் 10<sup>2</sup> வாட்./மீ<sup>2</sup>. என்னும் தோராயமான செறிவு அளவுள்ள செயல் தொடக்கப் பகுதி கிடைக்கிறது. உட்கவர் செயல்களினால் தோற்றுவிக்கப்படும் வெப்பத்தை வெப்பக் குருதி விலங்குகள் எளிதாக இணக்கப்படுத்திக் கொண்டுவிடுகின்றன. புழையிடல் தோன்றாத நிலையில், செல் மட்டத்துக்கும் பெரு மூலக்கூற்று மட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட தலங்களில் வெப்பச் செயல்பாடு முதன்முதலாகத் தோன்றுவதாகத் தெரிகிறது. சவ்வுத் தன்மையான கட்டுமானங்களை இத்தகைய தலங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். கரைசல் நிலையில் 10° அல்லது அதற்குக் குறைவான, தோராய மூலக்கூறு எடையுள்ள மூலக்கூற்று இனங்களில் சிதைவுக்குப் புழையிடல்

கட்டாயமாகும். திசுக்களிலும் அவற்றைச் சார்ந்த செல் கருக்களிலும் ஏற்படக்கூடிய நிலையான புழையிடலைப் பற்றிக் கூடுதலான விவரங்கள் புலப்படவில்லை.

மருத்துவ நோயறிதலுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒலி அளவுகளால் தோன்றக்கூடிய நச்சு விளைவு குறைவு. வழக்கமாக ஓர் உடற் கூற்றுத் தலத்தில்  $10^3$  வாட்/மீ<sup>2</sup>. என்னும் சராசரி அளவுக்குக் குறைவான செறிவுள்ள கேளா ஒலிகள் மிகக் குறுகிய நேர இடைவெளிகளில் செலுத்தப்படுகின்றன. கருவுற்ற தாய்மார்களின் வயிற்றுப் பகுதியைக் கேளா ஒலிகளால் ஆயும்போது, கரு தொடக்க நிலையில் சிறிதாக இருக்கும்போது மட்டுமே உடல் முழுதுமான ஒலி படல் ஏற்படமுடியும். இத்தகைய நிகழ்வுக்கான முழுமைத் தொகுதி நோய் விவரங்கள் (epidemiological) கிடைக்கவில்லை. கேளா ஒலி மரபு மாற்ற விளைவுகளை (genetic effects) ஏற்படுத்துவதில் திறமை குறைவானது. செம்மையுறாத தாவரங்களை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஒலிபடு அளவைச் சார்ந்திராத ஆய்வுகளின் போது மட்டுமே சில மரபியல் மாற்றங்கள் காணப்பட்டிருக்கின்றன. கொறிக்கும் விலங்குகளின் (rodents) மேல் மிகப்பெரும் செறிவுள்ள கேளா ஒலிகளைச் செலுத்திச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின்போது அரிதாகச் சில சமயங்களில் கட்டியும் உறுப்பு மிகை வளர்ச்சியும் காணப்பட்டன.

கேளா ஒலி உட்கொள் அளவு காண் முறைகளில் குறைவான ஆய்வுகளே செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. பாலூட்டிகளின் மூளைத் திசுக்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட பருமத்தில் நைவுப்புண்களை ஏற்படுத்தக்கூடிய கேளா ஒலியின் செறிவு அளவைக் கண்டுபிடிக்கச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் சில மென் திசுக்களில் ஒரு பொதுவான விளைவு தோன்றும் என்பதையும், அந்த விளைவு அதிர்வெண்களைச் சார்ந்திருக்கவில்லை என்பதையும் வெளிப்படுத்தியிருக்கின்றன. உயிருள்ள அமைப்புகளில் பரவுகிற அலை ஆற்றல் என்ன ஆகிறது என்பதை விளக்க முடியாமை, உயிரியல் பொருள்களில் தனிச்சிறப்புடைய மறுவிளைவை இனம் காண இயலாமை, பல படித்தான அமைப்புகளில் விரும்பிய தன்மையிலான பரவல் உள்ள புலங்களை உண்டாக்க முடியாமை, ஓர் அளவிடும் முறையின் உதவியால் திசுக்களில் பரவுகிற புலத்தைக் குறிப்பிட்டுத் திசுக்களில் காணப்படும் விளைவுகளுக்கு அந்தப் புலங்கள் எந்த அளவுக்குப் பொறுப்பு பெறுகின்றன என்பதை வரையறுக்க இயலாமை ஆகியவை கேளா ஒலி உயிரியல் விளைவுத் துறையில் ஏற்படும் உள்ளார்ந்த சிக்கல்களாகும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். F.O. Durn, W.D Brien, *Ultrasonic Biophysics*, Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, 1976.

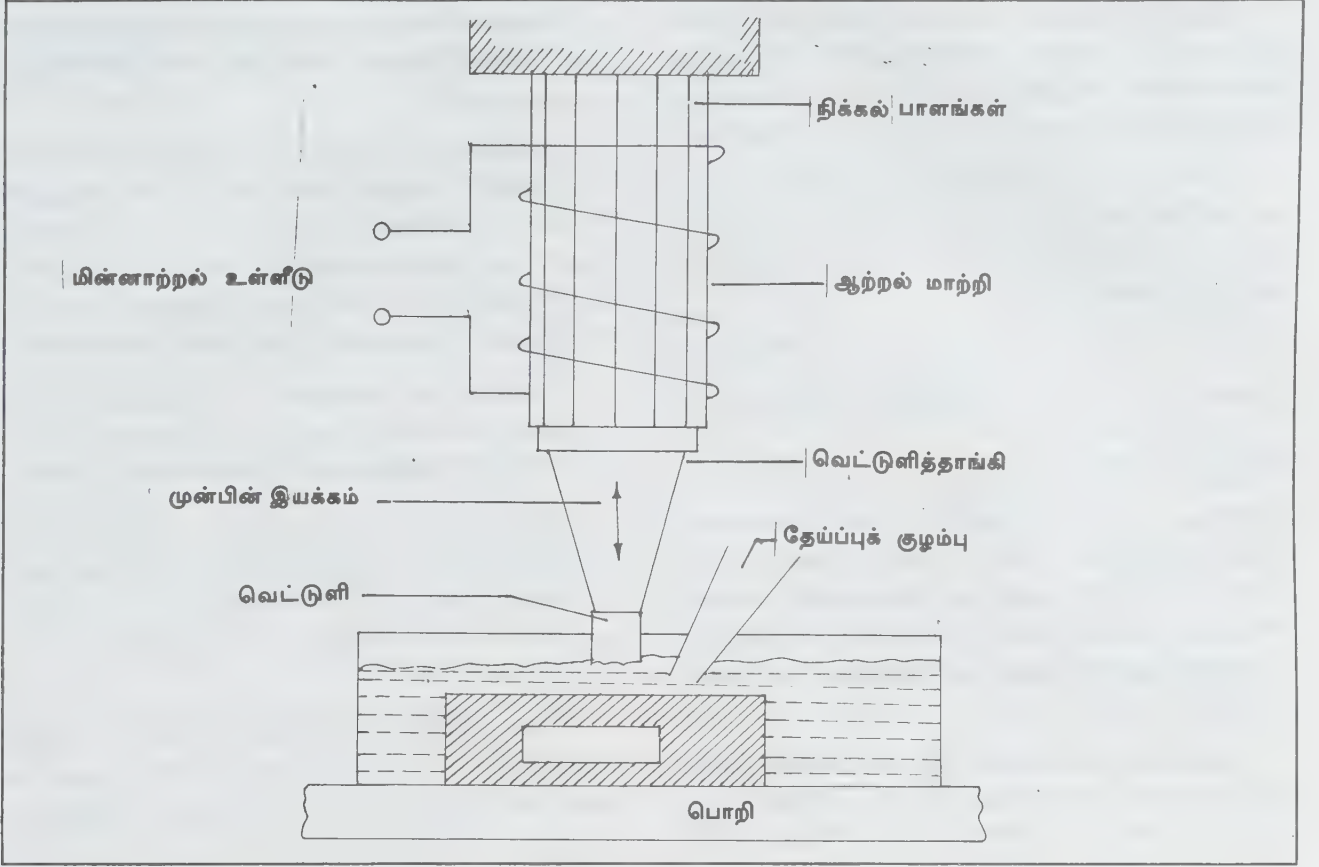
## புற ஒலிப் பொறி வினை

இன்று விண்கலங்களிலும் அணு உலைகளிலும் இடம்பெறும் சிறப்பு வெட்டுளிகளிலும் சுழலிகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் டைட்டானிய உலோகக் கலவைகள், நிமோனிக் உலோக கலவைகள் போன்றவற்றை மரபுவழி முறைகளில் மிகத் துல்லியமாக (conventional method) வடிவமைக்க இயலாது. மேலும் சிக்கலான வடிவங்களை வழக்கமான எந்திர முறைகளில் உருவாக்குவதில் செலவும், காலமும் கடினமும் மிகுதியாகும். இச்சிக்கல்களைக் குறைப்பதற்குப் புதுமையாக பல செதுக்கு முறைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் புற ஒலிப் பொறி வினை (ultrasonic machining) குறிப்பிடத்தக்கது. இம்முறையில் தட்டைப்பரப்பானதும் உலோக மென் கலவையால் உருவாக்கப்பட்டதுமான வெட்டுளி மிகு உயர் அதிர்வெண்களில் கையாளப்படுகிறது.

வெட்டுளிக்கும் பணிப்பொருளுக்கும் (work piece) இடையில் ஒரு தேய்ப்புக் குழம்பு (abrasive slurry) இடம் பெறுகிறது. இத்தேய்ப்புக் குழம்பால் பணிப் பொருளின் மீது படிந்துள்ள மிக நுண்ணிய மாசுத்துணுக்குகளும் தேய்த்து அரித்து அகற்றப்படுகின்றன. வெட்டுளி மிக மிக மெதுவான வெட்டு வேகத்தோடு (feed) பணிப்பொருளின் மீது செலுத்தப்பட்டுத் தேவையான உருவம் செதுக்கப்படுகிறது.

அமைப்பு. இப்புற ஒலிப் பொறியில் ஓர் ஆற்றல் மாற்றி (transducer), ஒரு வெட்டுளித் தாங்கி (tool holder), ஒரு வெட்டுளி ஆகிய உறுப்புகள் அடங்கி இருக்கும். ஆற்றல் மாற்றியில் நிக்கல் பாளங்கள் (nickel-laminations) செங்குத்தாக நிறுத்தப்பட்டு அவற்றின் மீது கம்பிச் சுருள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். ஆற்றல் மாற்றியின் கம்பிச் சுருளுக்குத் தரப்படும் உயர் அதிர்வெண் கொண்ட மின்சாரத்தை ஆற்றல் மாற்றி எந்திர அதிர்வாக மாற்றித் தருகிறது. இது வெட்டுளித் தாங்கி வழியாக வெட்டுளிக்குக் கடத்தப் படுகிறது. வெட்டுளி செங்குத்தாக 0.05 மி.மீ. வீச்சில் ஏறத்தாழ 20000 Hz அதிர்வெண்ணிற்கும் கூடுதலாக மிக வேகமாக அதிர்கிறது. தேய்ப்புக் குழம்பு பணிப் பொருளின்





புற ஒலிப் பொறி வினை

வெளிப்பரப்பில் செலுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக அலுமினியம் ஆக்சைடு, சிலிக்கான் அல்லது போரான் கார்பைடுத் துகள்கள் கலந்த நீர்க் கலவையால் தேய்ப்புக் குழம்பு தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும். வெட்டுளியின் அதிர்வுகளின் காரணமாகத் தேய்ப்புத் துகள்கள் (abrasive grains) பணிப் பொருளின் புறப் பரப்பில் மோதுகின்றன. இம்மோதலால் தேய்ப்பு மற்றும் அரிப்பு முறையாலும் உலோகத்தின் பரப்பு மிக நுண்ணிய துகள்களாக்கப்பட்டு வெளியேறுகிறது.

தட்டையான வெட்டுளி மிக மிகக் குறைவான வெட்டு வேகத்தோடு பணிப் பொருளின் மீது செலுத்தப் படுகிறது. இப்பொறியின் மிக உயர்ந்த வெட்டு வேகம் நொடிக்கு 0.1 மி.மீ. ஆகும். வெட்டுளி தேவைப்படும் துளையின் அளவைவிட 0.1 மி.மீ. சிறியதாகச் செய்யப் பட்டிருக்கும். கம்பியாகும் தன்மையுள்ள பொருள்களான எஃகு, தாமிரம், பித்தளை போன்றவற்றால் வெட்டுளி செய்யப்பட்டிருக்கும். புற ஒலிப் பொறி வினையின் சிறப்பு அதன் மிகத் துல்லிய அளவு (0.05 மி.மீ.வரை) உலோகக் குறைத்தல்.

பயன். மிகக் கடினமானதும் எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையுள்ளதுமான கண்ணாடி, மட்பாண்டம், போரைடு, எஃபரைட், கடினப்படுத்தப்பட்ட எஃகு, வைரம் போன்றவற்றில் நுண்துளைகள் இடவும், டங்ஸ்டன் கார்பைட் மற்றும் வைரத்தால் ஆன கம்பி நீட்டச்சுகள் (wire drawing dies) செய்யவும், கடினப் பொருள்களைக் கொத்திச் செதுக்கவும் (engrave), அச்சுகள் செய்யவும், சிறு துண்டுகளாகச் சீவவும் (slicing) துளையிடவும், மின் கடத்தி மற்றும் மின் கடத்தாப் பொருள்களை உராய்ந்துப் பொருள் குறைப்பு செய்யவும், வடிவமைக்கவும் இப்பொறி பயன்படுகிறது.

நன்மை. நடைமுறையிலுள்ள முறைகளால் வடிவமைக்க இயலாத டங்ஸ்டன், கார்பைடு போன்ற பொருள்களை இம்முறையில் எளிதில் வடிவமைக்கலாம். இக்கருவியின் அமைப்பு முறை மிகவும் எளிதானது. இம்முறையை இயக்கச் சிறந்த தொழில் நுட்பவியலாளர் தேவையில்லை. தேவையான வடிவத்தில் வெட்டுளி

உருவாக்கித் தேவையான துளையைப் பெறலாம். பொருத்து நேரமும் உற்பத்தி விலையும் குறைவாக இருக்கும். மின் கடத்தி மற்றும் மின் கடத்தாப் பொருள்கள் எவையாயினும் அவற்றை வடிவமைக்கலாம். உருவளவுத் துல்லியம் (dimensional accuracy) மிகச் சிறப்பாக இருக்கும்.

தீமை. உலோக நீக்க அளவு மிகக் குறைவானதால் வடிவமைக்க நீண்டநேரம் ஆகிறது. மின்னாற்றல் கூடுதலாகத் தேவைப்படுகிறது. உயர் அளவிலான உலோக நீக்கத்திற்கு இம்முறை பயனாவதில்லை.

வெ. ஸ்ரீதர்

சிகப்பு அலை போன்ற சில சிறப்புக் கருவிகள் மூலமும் உலோகங்களைச் செயல் தொடங்கும் முன்னரும், வடிவமைப்பு நடைபெறும் போதும், செயல் நிறைவடைந்த பின்னரும் பார்வையிடலாம்.

செயல் தொடங்கும் முன் உருவ அளவீடு (dimension), பொருத்திப் பார்த்தல் (aligning), வாடிக்கையாளர் (customer) பயன்பாட்டிற்கு ஏற்பப் பார்வையிடல், தேவையான துணைக் கருவிகளைப் பார்வையிடல் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. செயல் நடைபெறும்போது தேவையற்ற பொருள்களைப் பார்வையிட்ட பின் அவற்றை நீக்க வேண்டும்.

உலோக வடிவமைப்பைப் பொறுத்தவரை செயல் முறையில் அதன் தன்மை மாற்றங்களைப் (property change) பார்வையிடும்போது கீழ்க்காணும் முறைகளைக் கையாளலாம்.

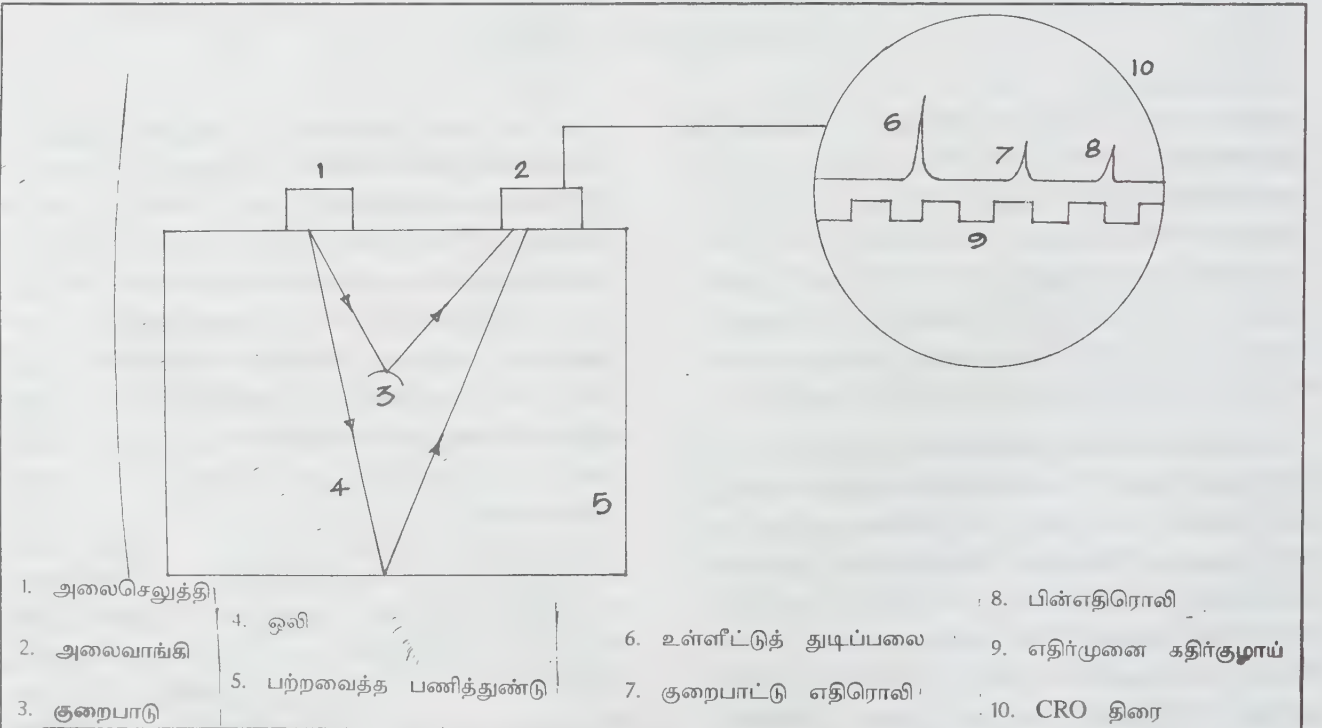
சிதைத்துப் பார்வையிடல் (Destructive inspection). செயல் நிறைவுற்ற பொருளை வேதி ஆய்வு (chemical testing) போன்ற முறைகளில் பார்வையிட அப்பொருளின் ஒரு மாதிரியைச் சிதைத்துக் கரைசலாக்கி ஆய்வதுண்டு.

சிதைவின்றிப் பார்வையிடல் (Non-destructive inspection). நேரிடையாகக் கண்கள் மூலமோ, நுண்ணோக்கி மூலமோ, எக்ஸ் கதிர் முதலான கதிரியக்கத்

## புற ஒலிமுறை உலோகப் பார்வையிடல்

அனைத்துச் செயல்பாடுகளிலும் ஈடுபடுத்தக்கூடிய உலோகங்களை வெவ்வேறு முறைகளில் கண்காணித்து ஆய்வுத் மிக இன்றியமையாதது. இதனையே உலோகப் பார்வையிடல் (metal inspection) எனலாம். பார்வையிடல் மூலம் சில குறைபாடுகளைக் கண்டறி வதுடன் அவற்றைக் களையவும் செய்யலாம்.

நேரடிக் கண் மூலமாகவும், கண்ணாடியில்லை (lens) அல்லது உருப்பெருக்கி மூலமாகவும், புற ஒலி அலை, அகச்





தொழில் நுட்பங்கள் (Radiographic techniques) மூலமோ பார்வையிடும்போது கண்காணிக்கப்படும் பொருள் சிதைக்கப்படுவதில்லை.

**புற ஒலிச் செயல்பாடு** . புற ஒலி அலைகள் அழுத்த மின்மூலம் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை நொடிக்கு 20,000 முதல் 2,00,00,000 அலைகள் (20 KHZ - 20 MHZ) வரையிலான அதிர்வெண் கொண்டவை. இந்தப் புற ஒலி அலை உலோகத்தினுள் புகுந்து எதிரொலிக்கும் இயல்புடையது. ஆயின் உலோகத்தினுள் காற்று அல்லது வெற்றிடக் குறைபாடுகள் இருந்தால் புற ஒலிகளை எதிரொலிக்கச் சுட்டப்பட்டுள்ளன.

**பயன்**. பெருவேகம், கதிர்வீச்சு முறை படமெடுத்தலை விட (Radiography) நுணுக்கம், குறைந்த செலவு, பற்றுவைப்பு (welding), வார்ப்பு நிகழ்வாக்க (casting process) இடங்கள், ஏவூர்தி, வானூர்தியில் இடம் பெறல்.

**தீமை**. மேற்பரப்பு தூய்மையாகவும் பளபளப்பாகவும் இருத்தல், திறமை வாய்ந்த பணியாளர்கள் தேவை, கடினப் பரப்புகளைக் காணுதல் ஆகியன புற ஒலிப் பார்வையிடலின் தீமைகளாகும்.

சொ. மனோகரன்

## புற ஒளியியல்

மின் காந்தக் கதிர்வீச்சின் காரணமாக ஏற்படுகிற, அதன் அலைத் தன்மையின் மூலமாக வெளிப்படுகிற நிகழ்வுகளைப் பற்றி விளக்குவது புற ஒளியியல் அல்லது இயற்பியல் ஒளியியல் (physical optics) என்னும் பிரிவாகும். கட்டபுலனாகும் மின்காந்தக் கதிர்களுக்கும், பருப்பொருளுக்கும் இடையில் ஏற்படும் இடைவினைகளைப் பற்றியும் இது விளக்குகிறது. ஏறத்தாழ  $10^{-8}$  மி.மீ. முதல் 1 மி.மீ. வரையான அலை நீளமுள்ள மின்காந்தக் கதிர்கள் ஒளியியல் நெடுக்கத்தில் உள்ளவையாகச் சொல்லப்படுகின்றன. ஓர் அமைப்பின் அணுக் கட்டுமானத்திற்கும், அதற்குள் நுழைகின்ற ஒளியில் ஏற்படும் பாதிப்புக்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பைப் புற ஒளியியல் ஆய்கிறது. இத்துறையின் திறுவனர்களில் ஒருவராக மைக்கேல் ஃபாரடே கருதப்படுகிறார். காந்தப் புலத்தைச் செலுத்திக் கண்ணாடியின் ஒளியியல் பண்புகளை மாற்ற முடியும் என 1845-ல் அவர் காட்டி, ஒளியின் மின்காந்தத் தன்மையைப் பற்றிய முதல் குறிப்பை அளித்தார். ஓர் ஊடகத்தில் நிகழும் ஒளி உட்கவரப் படுதல் எதிர் பலிக்கப்படுதல், சிதறல், முனைவாக்கம்,

பிரிகை ஆகியவற்றை அணு, மூலக்கூறு ஆகியவற்றின் தன்மைகளின் அடிப்படையில் விளக்குவதே புற ஒளியியலின் நோக்கம். புற ஒளியியலின் உதவியால் பொருள்களின் அணுக் கட்டமைப்பு, மூலக்கூறுக் கட்டமைப்பு, அணு, மூலக்கூறு ஆகியவற்றின் கட்டமைப்பு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்க முடிந்திருக்கிறது. இதற்குக் கட்டபுலனாகும் ஒளிக் கதிர்களைத் தவிர, காமாக்கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள் முதல் நுண்ணலைகள் மற்றும் ரேடியோ அலைகள் வரையான மின்காந்த அலைக் கூட்டம் முழுவதுமே பேருதவி புரிந்திருக்கின்றன. அவை அனைத்துமே வெற்றிடத்தில்  $2.997925 \times 10^8$  மீ./நொடி என்னும் மாறாத வேகத்துடன் பரவுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

அண்மைக் காலத்தில் புற ஒளியியல் என்னும் சொல் ஒளியியல் பண்பு மற்றும் நிகழ்வுகளின் அனைத்து இயற்பியல் கூறுகளையும் விவரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஆனால் ஒளியின் தன்மையைப் பற்றியதே புற ஒளியியலின் அடிப்படையான சிக்கல் ஆகும். ஒளி துகள் தன்மையுடையதா அல்லது அலைத் தன்மையுடையதா என்னும் சிக்கல் நவீன இயற்பியலிலிருந்து மறைந்து விட்டது. ஆனாலும் கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் உமிழ்வு, பரவல், இடைவினை, உட்கவர்தல் ஆகியவற்றை ஆயும் போது இவ்வேறுபாடு நடைமுறை அடிப்படையிலும் வரலாற்று அடிப்படையிலும் முதன்மை பெறுகிறது. எனவே சில நிகழ்வுகளைச் சுட்டிக் காட்டுவது மட்டுமின்றி, அவற்றை விளக்குவதற்கும் ஆய்வு செய்வதற்குமான வழி முறைகளை கண்டுபிடிப்பதும் புற ஒளியியலின் சிறப்பாகும். முனைவாக்கம், குறுக்கீடு, விளிம்பு விலகல் ஆகிய மூன்று ஒளியியல் நிகழ்வுகளும் புற ஒளியியலின் மையக் கருவாக அமைகின்றன. அவை அனைத்துமே ஒளி அலைகள் ஒன்றன் மேலொன்று படிவதன் வெவ்வேறு விளைவுகளாகும்.

புற இயற்பியலில் கதிர்வீச்சு என்பது  $\vec{E}$  என்னும் மின் புலத்தாலும்  $\vec{B}$  என்னும் காந்தப் புலத்தாலும் விளக்கப்படுகிற ஒரு மின்காந்த அலை ஆகும். அவை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பதாக வைத்துக் கொண்டு மாக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள், மின்காந்த அலைகளை வெற்றிடத்தில்  $\vec{E} \times \vec{B}$  என்னும் பெருக்கற் பலனின் திசையில் பரவுகிற ஒரு குறுக்கலையை ஊக உரை செய்கின்றன. இந்த அளவுகளின் இடம் மற்றும் காலம் சார்ந்த மாற்றங்களுக்கிடையிலான தொடர்பை திசையன் (vector) அல்லது அளவெண் (scalar) வடிவத்தில் குறிப்பிடக்கூடிய அலைச் சமன்பாடு விவரிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாகக் கார்ட்டீசியன் ஆய அமைப்பில்  $E_x, E_y, E_z, B_x, B_y, B_z$  என்னும் அனைத்து ஆக்கக்கூறுகளும் பின்வரும் அளவெண் வகைக்கெழு அலைச் சமன்பாட்டுக்குக் கீழ்ப் படிகின்றன.

$$\frac{\delta^2 \psi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 \psi}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 \psi}{\delta z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\delta^2 \psi}{\delta t^2}$$

இங்கு  $v$  என்பது அலையின் வேகம், மின்காந்த அலை ஆற்றலைச் சுமந்து செல்கிறது. அதன் நேர்ச் சராசரி மதிப்பு பொதுவாகக் காணக்கூடிய அளவாகவே உள்ளது. அலகு பரப்பில் அலகு நேரத்தில் இவ்வாறு பாயும் ஆற்றல் கதிர்ப்பாய அடர்த்தி (Irradiance) எனப்படும். அது வாட்/மீ<sup>2</sup> என்னும் அலகால் அளக்கப்படும். கதிர்வீச்சு எண்  $I = \frac{1}{2} v^2 \epsilon / E \times B = \frac{1}{2} v \epsilon E^2 = v \epsilon \langle E^2 \rangle$  இதில்  $\epsilon$  என்பது மின் அனுமதிப்பு (permittivity) கதிர்ப்பாய அடர்த்தி,  $E$  என்னும் மின்புலத்தின் இருமடிக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.  $E$  என்பது பொதுவாக ஒளியியல் புலம் எனப்படுகிறது.

**அலைகளின் மேற்பொருந்தல் (Super Position).** அலைச்சமன்பாடு நேர் போக்கானது. அதாவது அதில்  $\psi$ -ன் முதல் மடிப்பதங்களும் அதன் வகைக் கெழுக்களும் மட்டுமே அடங்கியுள்ளன.  $\psi_1, \psi_2, \dots$ , ஆகியவை தீர்வுகளானால் இவற்றின் எந்த ஒரு நேர்போக்குக் கூட்டமைப்பும் ஒரு தீர்வாகவே இருக்கும். அதாவது  $\psi = \sum e^{i\psi_i}$ . இங்கு  $e^{i\psi}$  என்பது தன்னிச்சையான மாறிலிகளைக் குறிக்கிறது. இந்த மேற்பொருந்தல் தத்துவத்தின் காரணமாக எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியிலும் தொகுபயன் அலை, தனித்தனி அலைகளின் இயல் கூட்டுத் தொகையாகவே இருக்கும். சைன் அலைகளின் மேற்பொருந்தல் வழக்கமாக இயல் கணித முறையிலோ, கட்ட வெக்டார்களின் (phasors) கூட்டலாலோ கணக்கிடப்படுகிறது.

$E_n = E_{on} \sin(\omega t - kz + \phi_n)$  என்னும் சீரிசை அலைகள் (harmonic waves) நேரின  $z$  அச்சத் திசையில் பரவுப்போது அவற்றின் வீச்சு  $E_{on}$ , கோண அதிர்வெண்  $\omega = 2\pi\nu/\lambda = kv$  அவற்றின் முனைவாக்க நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும்.  $\phi_n$  அவற்றின் கட்ட மாறிலிகளைக் குறிப்பிடுகிறது. சமமான அதிர்வெண்ணுள்ள இரண்டு அலைகளை மேற்பொருத்தும்போது,

$$E = E_1 + E_2 = E_{o1} \sin(\omega t - kz_1 + \phi_1) + E_{o2} \sin(\omega t - kz_2 + \phi_2)$$

$Z_1, Z_2$  ஆகியவை காட்சிப் பதிவிடும் இடத்திலிருந்து அலை மூலங்கள் இருக்கும் தொலைவுகள். இந்த தொகுபயனை  $E = E_o \sin(\omega t - \delta)$  என்னும் வடிவில் எழுதலாம். இங்கு  $E_o^2 = E_{o1}^2 + E_{o2}^2 - 2E_{o1}E_{o2} \cos \Delta$  இதில்  $\Delta = k(Z_1 - Z_2) + \phi_2 - \phi_1$  என்பது கட்ட வேறுபாடு. இரண்டு அலைகள் வெவ்வேறு மூலங்களிலிருந்து வெளிப்படும்போது அல்லது ஒரே மூலத்தின் இரண்டு வெவ்வேறு புள்ளிகளிலிருந்து

வெளிப்படும்போது  $\phi_1, \phi_2$  ஆகியவை அடிக்கடி தன்னிச்சையான அளவுகளில் மாற்றம் அடைகின்றன. இதன் காரணமாக ஒளியல்பற்ற அலைகள் உண்டாகும். அப்போது ( $E_{o1}^2 + E_{o2}^2$ ) என்னும் அளவை மட்டுமே பதிவு செய்ய முடியும். அதாவது இறுதிக் கதிர்ப் பாய் அடர்த்தி, தனித்தனிக் கதிர்ப் பாய் அடர்த்தியின் கூட்டுத் தொகையாகவே இருக்கும். இதற்கு மாறாக  $E_o^2$ -க்கான கோவையிலுள்ள குறுக்குப் பெருக்கற்பலன் சராசரியாக்கப் படாவிட்டால், அலைகளுக்கிடையிலான கட்ட வேறுபாடு மாறாமல் நீடித்து ஒளியல்பான அலைகள் விளையும். அப்போது இறுதிக் கதிர்ப்பாய் அடர்த்தி, தனித்தனிக் கதிர்ப்பாய் அடர்த்தியின் கூட்டுத் தொகையாகவே இராது.  $2E_{o1}E_{o2} \cos \Delta$  என்னும் குறுக்கீட்டுப் பதம் (interference term) அதில் சேர்ந்தே கொள்கிறது.  $\Delta = 2p\pi$  என்றிருக்கையில் அலைகள் ஆக்கத் தன்மையில் குறுக்கீட்டுக் கொள்ளும். அவை சமகட்டத்தில் அமையும்.  $\Delta = (2p+1)\pi$  என்னும் போது அலைகள் அழிவுத் தன்மையில் குறுக்கீட்டுக் கொண்டு எதிர்க் கட்டங்களில் அமையும். இங்கு  $p$  என்பது ஏதாவது ஒரு முழு எண்ணாகும்.

ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ள இரண்டு அலைகள் ஒன்றுக்கொன்று நேர் எதிரான திசைகளில் பரவுவது குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வு.  $z = 0$  என்னும் புள்ளியிலுள்ள ஒரு பரப்பில் அலை எதிர்பலிக்கப்பட்டு படு அலையும் எதிர்பலித்த அலையும் குறுக்கீட்டுக் கொள்வதாகக் கொள்ளலாம். அப்போது,

$$E = E_{o1} \sin(\omega t + kz) + E_{o1} \sin(\omega t + kz) = 2E_{o1} \sin kz \cos \omega t$$

எல்லை நிபந்தனையின்படி, பரப்புக்கு இணையான  $\vec{E}$  புல ஆக்கக்கூறு சுழியாக இருக்க வேண்டும். அப்போது ஒரு நிலை அலை உருவாகிறது. எந்த ஒரு புள்ளியிலும் அதன் வீச்சு மாறிலியாக இருக்கும்.  $z = p\pi/k = p\lambda/2$  என்னும் புள்ளிகளில்  $E = 0$  இப்புள்ளிகள், அதிர்விலாப் புள்ளிகள் (nodal points) எனப்படும்.

நடைமுறையில் மேற்பொருந்தும் கதிர்கள் முழுமையான ஒற்றை நிறமுடையவையாக இருப்பதில்லை. அவை ஒரளவே ஒற்றை நிறமுள்ளவை. அலைகளின் அதிர்வெண்கள் ஒரு மிகச்சிறிய நெடுக்கத்தில் பரவியிருக்கும்.

$$E_1 = E_{o1} \cos[(k + \Delta k)z - (\omega + \Delta\omega)t], \\ E_2 = E_{o1} \cos[(k - \Delta k)z - (\omega - \Delta\omega)t]$$

ஆகிய இரண்டு அலைகளைக் கூட்டினால்

$$E = 2E_{o1} \cos(kz - \omega t) \cos(\Delta kz - \Delta\omega t)$$



என்னும் அலை கிடைக்கிறது. இதை  $2E_{01} \cos(kz - \omega t)$  என்னும் ஒற்றை அலையாக விவரிக்கலாம். அதற்கு  $\cos(\Delta kz - \Delta \omega t)$  என்னும் பண்பேற்ற உறை (modulation envelope) உள்ளது.  $\Delta \omega$  என்பது விம்மல் (beat) அதிர்வெண் எனப்படும். பல அலைகள் குறுக்கிட்டுக் கொள்ளும் போதும் இதே நிலையே ஏற்படும். ஒட்டு மொத்தமான அலை உறை தனித்தனியான அலைகளின் திசைவேகத்துடன் பரவாது. அது  $\Delta \omega / \Delta k$  என்னும் குழுத்திசை வேகத்துடன் (group velocity) பரவும். மேலும் உண்மையில் அலைத் தொடர் முடிவுள்ள நீளம் கொண்டது. அது வரம்பிலி வரை மீண்டும் மீண்டும் வராது. எனவே அது காலாந்தரமற்ற சார்பெண் ஆகும். ஃபூரியர் பகுப்பாய்வைப் பயன்படுத்திப் பார்க்கும்போது எளிய இசைப் பதங்களின் ஒரு தொடர்ச்சியான பரவலின் கூட்டலாக அதைக் குறிப்பிட முடியும் எனத் தெரிகிறது. அதில் மேலாண்மையான பங்களிப்பு  $\omega$ -வை மையமாகக் கொண்டுள்ளது. அலைத் தொடரின் நீளம் அதிகரிக்கும்போது அதன் அதிர்வெண் நிறமாலை சுருங்கி இறுதியில் அது வரம்பிலியான ஒற்றை அலை நீளமுள்ள அலையாகிவிடுகிறது.

முனைவாக்கம். மின் காந்த அலை, ஆற்றலை மட்டுமன்றி உந்தத்தையும் சுமந்து செல்ல முடியும். ஓர் இட வட்டமாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலை, அதன் பரவல் திசையில் திசை கொண்டிருக்கிற தற்சுழற்சிகளுள்ள ஃபோட்டோன் களுக்கு நேரிணையானது. வல வட்டமாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலை அதற்கு எதிராகத் திசை கொண்டிருக்கிற தற்சுழற்சிகளுள்ள ஃபோட்டான்களுக்கு நேரிணையானது.

மின்புல திசையன், பரவல் திசையன் ஆகிய இரண்டும் அமைந்திருக்கிற ஒரு குறிப்பிட்ட தளத்தில் மட்டுமே  $E$  புலம் திசைப்பட்டிருக்கும்போது ஒரு மின் காந்தக் குறுக்கலை நேர்ப்போக்காக அல்லது ஒரு தள (plane) முனைவாக்கம் பெற்றிருப்பதாகச் சொல்லப்படும். ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ள, நேர்ப்போக்காக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட இரண்டு அலைகள்  $Z$  திசையில் பரவுவன வாகவும், அவற்றின் மின் புலத்திசைகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பனவாகவும் (orthogonal) கொள்ளலாம். அவற்றை  $E_x = iE_{0x} \cos(kz - \omega t)$ ,  $E_y = jE_{0y} \cos(kz - \omega t + \phi)$  எனக் குறிப்பிடலாம். இங்கு  $i, j$  ஆகியவை கார்ட்டீசியன் ஆய அமைப்பில் அலகு திசையன்கள் (unit vectors).  $\phi$  என்பது அலைகளுக்கு இடையிலான சார்புக் கட்ட வேறுபாடு. அப்போது தொகுபயன் புலம்  $E = E_x + E_y$ .

$\phi$  -ன் மதிப்பைப் பொறுத்து வெவ்வேறு முனைவாக்க அ.க.15-52அ

நிலைகள் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக  $\phi = 2p\pi$  என்றிருக்கையில் இரண்டு அலைகளும் சம கட்டத்தில் உள்ளன. அப்போது தொகுபயன் அலையான  $(iE_{0x} + jE_{0y}) \cos(kz - \omega t)$  நேர்ப்போக்காக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்டுள்ளது.  $\phi = (2p+1)\pi$  என்றிருக்கும் போதும்  $(iE_{0x} - jE_{0y}) \cos(kz - \omega t)$  என்னும் நேர்ப்போக்கு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலையே தோன்றும். இதற்கு மறுதலையாக ஒரு நேர்போக்கு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலையை இரண்டு ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிக்க முடியும் எனக் கூறலாம். பொதுவாக  $E_x$ ,  $E_y$  ஆகியவற்றைக் கூட்டினால் நீள்வட்ட முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலை விளையும். அப்போது  $E$ ன் எண் மதிப்பும் திசைப்பாடும் காலத்தோடு மாறும். நேர்போக்கு முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலை என்பது  $E$ இல் சுழற்சியற்ற சிறப்பு நிலை நிகழ்வு ஆகும்.  $E_{0x} = E_{0y}$  எனும்போது  $\phi = (2p-1/2)\pi$ ,  $\phi = (2p+1/2)\pi$  ஆகிய மதிப்புகளுக்கு மற்றச் சிறப்பு நிலை நிகழ்வுகள் ஏற்படுகின்றன.  $\phi = (2p-1/2)\pi$  என்றிருக்கையில் தோன்றும் அலை வல வட்டமாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்டதாயும்  $\phi = (2p+1/2)\pi$  என்றிருக்கும் போது தோன்றுகிற அலை இட வட்டமாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்டதாயும் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக வல வட்டமாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட நிகழ்வில் அவை  $E_{0x} \{i \cos(kz - \omega t) + j \sin(kz - \omega t)\}$  என்னும் கோவையால் தரப்படுகிறது. இந்த அலையின் வீச்சு மாறிலியானது. ஆனால் காலம் செல்லச் செல்ல அதன் திசை, சுழலுகின்ற தன்மையில் மாறுகிறது. ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான, இரண்டு நேர்ப்போக்கில் முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலைகளைத் தொகுத்து ஒரு வட்ட முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலையைப் பெற முடிவதைப் போலவே எதிர்திசைகளில் வட்ட முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட இரண்டு அலைகளைத் தொகுத்து ஒரு நேர்ப்போக்கில் முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலையைப் பெறலாம். முனைவாக்கம் செய்யப்படாதது எனப்படுகிற இயற்கை ஒளியை, ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான, நேர்ப்போக்கில் அல்லது எதிரெதிர் வட்டப் போக்கில் முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட, ஒரியல்பற்ற, சார்புக்கட்ட வேறுபாடு தன்னிச்சையாகவும் விரைவாகவும் மாறிக் கொண்டிருக்கிற இரண்டு அலை ஆக்கக் கூறுகளால் குறிப்பிட்டுக் காட்டலாம்.

மின் காந்தக் கதிர்களின் முனைவாக்க நிலையை ஒளியியல் கருவிகளால் மாற்றியமைக்க முடியும். முனைவாக்கி (polariser) எனப்படும் கருவி முனைவாக்க மில்லாத அலைகளை முனைவாக்கம் உள்ளவையாக

மாற்றுகிறது. அது இரு நிறம் காட்டும் பண்பு (dichroism), எதிர்ப்பிப்பு, சிதறல், இரட்டைவிலக்கம் போன்ற இயற்பியல் நிகழ்வுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. போலராய்டு (polaroid) என்னும் கருவி பரவலாக பயன்படுத்தப்படும் ஒரு நேர்ப்போக்கு முனைவாக்கி. அது அயோடின் புகுத்தப்பட்ட பாலிவைனல் ஆல்கஹால் என்ற பொருளாலான படலத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் இழுத்து வைப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த இழுவிசைத் திசைக்கு இணையாக அமைந்த, படுகதிர் புலத்தின் E ஆக்கக் கூறு வலிவாக உட்கவரப்படுகிறது. உயர் அலை நீளமுள்ள கதிர்களை முனைவாக்கம் செய்ய இணையான மின்கடத்தும் கம்பிகள் பொருத்திய வரியமைப்பு (grid) பயன்படும். அதுவும் இழுத்து வைக்கப்பட்ட பாலிவைனல் ஆல்கஹால் படலத்தைப் போன்ற முறையிலேயே செயல்படும். டிரீம்லைன் போன்ற சில பொருள்கள் இயல்பாகவே இருநிறம் காட்டும் தன்மையுள்ளவை. கால்சைட், குவார்ட்ஸ் போன்ற இரட்டை விலக்கப் படிகங்கள், இரட்டை விலக்க முனைவாக்கிகளில் பயன்படுகின்றன. அவற்றின் ஒளியியல் திசையொவ்வாப் பண்பு காரணமாக அவற்றில் இரட்டை விலக்கம் உண்டாகிறது. படு அலையின் இரண்டு ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான, நேர்போக்கு முனைவாக்கம் உள்ள ஆக்கக்கூறுகள் கோணத் தன்மையிலும் இடத் தன்மையிலும் பிரிந்துவிடுகின்றன. நைக்கல் பட்டகம், வோலாஸ்டன் (wollaston) பட்டகம், கிளான்-பூகோ பட்டகம், கிளான் - தாம்சன் பட்டகம் ஆகியவையும் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிற முனைவாக்கி வடிவமைப்புகள் ஆகும்.

பின்னாக்கி (retarder) என்னும் ஒளியியல் கருவி ஒரு படு அலையின் முனைவாக்கத்தை மாற்றப் பயன்படுகிறது. இரண்டு முனைவாக்க நிலைகளுக்கு இடையில் அது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவான கட்ட வேறுபாட்டை உண்டாக்கும். இதன் உதவியால் ஒரு குறிப்பிட்ட முனைவாக்க நிலையை வேறு ஒரு குறிப்பிட்ட முனைவாக்க நிலையாக மாற்றி விடலாம். கால் அலைத்தகடு, அரை அலைத் தகடு, முழு அலைத் தகடு போன்றவை முறையே  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $2\pi$  ஆகிய கட்ட வேறுபாடுகளைப் புகுத்துகின்றன. கால் அலைத் தகட்டின் உதவியால் ஒரு நேர்போக்கில் முனைவாக்கம் உள்ள அலையை வட்ட முனைவாக்கம் உள்ளதாயும், வட்ட முனைவாக்கம் உள்ள அலையை நேர்போக்கு முனைவாக்கம் உள்ளதாயும் மாற்றலாம். ஓர் அரை அலைத் தகட்டின் உதவியால் ஒரு நேர்போக்கு முனைவாக்கமுள்ள அலையின் தளத்தைச் சுழற்ற முடியும். கட்டுப்படுத்தக்கூடிய வகையில் பின்னாக்கத்தை உண்டாக்கக்கூடிய கருவி ஈடுகட்டி

(compensator) எனப்படுகிறது. பாபினட், சோலில் ஈடுகட்டிகள் இவற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்.

**குறுக்கீட்டு விளைவு (Interference).** ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ள இரண்டு அலைகள் மேற்பொருந்தும் போது அவற்றின் தொகுபயன் கதிர்ப்பாய அடர்த்தி  $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta$ . இங்கு  $I_1, I_2$  என்பவை தனித்தனி அலைகளின் கதிர்ப்பாய அடர்த்தியாகும்.  $2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta$  என்பது குறுக்கீட்டுப் பதம். இதில்  $\Delta = k(z_1 - z_2) + \phi_2 - \phi_1$ . ஒரு குறுக்கீட்டு பாங்கத்தை உருவாக்க இரண்டு மூலங்களுக்கும் இடையிலான  $\phi_2 - \phi_1$  என்னும் கட்ட வேறுபாடு காலத்தோடு மாறாததாக இருக்க வேண்டும். அதாவது அலைகள் ஒரியல்பானவையாக இருக்க வேண்டும். ஒரே மூலத்திலிருந்து வரும் ஒளியை இரண்டாகப் பிரித்து அவற்றைக் குறுக்கீட்டுக் கொள்ள செய்வதே இந்த விதியை நிறைவு செய்ய சிறந்த வழியாகும். மின்காந்தக் கதிர்களின் திசையன் இயல்புக்கு ஏற்றபடி இரண்டு அலைகளும் ஒரே முனைவாக்க நிலையில் இருந்தால் மட்டுமேதான் குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்பட முடியும். பொலிவு வேறுபாடு உள்ள குறுக்கீட்டுப் பாங்கங்களை பெற மேற்பொருந்தும் அலைகளின் வீச்சுகளுக்கு இடையில் அதிகமான வேறுபாடு இருக்கக்கூடாது.  $I_1 = I_2 = I$  எனில் விளையும் புலத்தின் கதிர்ப்பாய அடர்த்தி  $4I \cos^2(\Delta/2)$  அதன் சிறுமம் சுழியாகவும் பெருமம்  $4I$  ஆகவும் இருக்கும்.

குறுக்கீட்டு விளைவை உண்டாக்கவும் ஆராயவும் பல அமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றைப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களை அலைமுகப்பு பிரிகை (wave front splitting) அல்லது வீச்சுப்பிரிகை மூலமாக இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். அலை முகப்பு பிரிகையில் தொடக்க அலை முகப்பின் வெவ்வேறு பகுதிகள் குறுக்கீட்டுக் கொள்ளும் அலைகளாக அமைகின்றன. வீச்சுப் பிரிகையில் (amplitude splitting) ஏதாவது ஒரு வகையான கற்றைப் பிரிப்பாணை (beam splitter) பயன்படுத்தி குறுக்கீட்டுக் கொள்ளும் அலைத் தொடக்க அலை முகப்பின் இடத்திலேயே அமையுமாறு செய்யப்படுகிறது. யங்கின் ஆய்வு, அலைமுகப்புப் பிரிகைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும். ஒரு கோட்டு வடிவ மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் உருளை வடிவ அலை முகப்பு இரண்டு குறுகிய, இணையான விரித்துளைகளில் விழுகிறது. விரித்துளைகளுக்கு (slits) இடையிலுள்ள தொலைவு  $d$  எனலாம். இவை இரண்டு ஒரியல்பான துணை ஒளி மூலங்களாகச் செயல்படும்.

விரித்துளைகளின் தளத்திலிருந்து  $D$  தொலைவில் ஒரு திரையை வைத்தால், அதில் குறுக்கீட்டு விளைவு



பாங்கங்கள் தோன்றும். திரையில் உள்ள ஏதாவது ஒரு புள்ளியிலிருந்து வரித்துளைகள் உள்ள தொலைவுக்கு இடையிலான வேறுபாடு அலைநீளத்தின் முழு எண் மடங்காக இருக்குமானால் அப்புள்ளியில் ஆக்கக் குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்பட்டு அப்புள்ளி பொலிவுடன் விளங்கும். அதற்கு இருபுறமுமுள்ள பகுதிகளில் அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்பட்டு பொலிவு படிப்படியாகக் குறைந்து சிறுமமாகும். இதன் விளைவாக திரையில் இணையான குறுக்கீட்டு வரிப்பாங்கங்கள் தோன்றுகின்றன. இரண்டு அடுத்தடுத்த வரிகளுக்கிடையிலான தொலைவு  $\Delta d$ . இது பட்டை அகலம் (band width) எனப்படும். இரண்டு வரித்துளைகளுக்குப் பதிலாக ஃபிரன்ஸல் இரட்டைப் பட்டகம் (fresnal biprism) அல்லது இரட்டை ஆடியை பயன்படுத்தலாம்.

மைக்கேல்சன் மாக் - ஜென்டர் ஆகியோரின் கருவி அமைப்புகள் வீச்சுப்பிரிகை முறைக்கு எடுத்துக்காட்டுகள். இவற்றில் குறுக்கீட்டு அளவியினுள் நுழையும் அலைமுகப்பு ஒரு கற்றைப் பிரிப்பானால் இரண்டு அலைகளாக பிரிக்கப்படுகிறது. இந்த அலைகள் பின்னர் குறுக்கீட்டு அளவியின் இரண்டு புயங்களின் வழியாக பயணம் செய்து மீண்டும் அதே கற்றைப் பிரிப்பானுக்கு அல்லது வேறு ஒரு கற்றைப் பிரிப்பானுக்கு வந்து சேர்கின்றன. அங்கு அலை மேற்பொருந்திக் குறுக்கீட்டு விளைவை ஏற்படுத்தும்.  $\phi$  கோணத்தில் பிரிந்த திசைகளில் வரும் இரண்டு தள அலைகள்  $\lambda/\sin(\phi/2)$  என்னும் பட்டை அகலமுள்ள இணையான குறுக்கீட்டு வரிப்பாங்கத்தை உண்டாக்கும்.

மெல்லிய மின்கடவாப் படலங்களில் சில எடுத்துக் காட்டான குறுக்கீட்டு விளைவு நிகழ்ச்சிகளைக் காண முடிகிறது. ஒளியூட்டல், காணும் சூழ்திலைகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வெவ்வேறு வகையான நிகழ்வுகள் தோன்றுகின்றன. குறுக்கீட்டு விளைவுப் பாங்கம் கோணத்துணை அலகுகளை சார்ந்து இருக்கும்போது சமமான சாய்வுள்ள வரிகள் தோன்றும். இவை இடவெளியின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டுமே தோன்றக்கூடிய தல அளவிலான (localised) வரிகள். ஹைடிரோசர் வரிகளை இவற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டாக கூறலாம். இதற்கு மாறாக பீகு வரிகளை போன்ற தல அளவில்லாத சம தடிமனுள்ள வரிகள், குறுக்கீட்டுப் பாங்கம் படலத்தின் ஒளியியல் தடிமனை மட்டுமே சார்ந்ததாய் இருக்கும்போது உண்டாகின்றன.

இரட்டைக் கற்றை அல்லது பன்மைக் கற்றை குறுக்கீட்டு ஏற்படும் வகையில் குறுக்கீட்டு விளைவுகளை உண்டாக்க முடியும். இரட்டைக் கற்றைகள் குறுக்கீட்டுக் கொள்ளும்

போது சைன் கோட்டு வடிவத்தில் மாறுகிற ஒலிப் பொலிவுள்ள வரிகள் தோன்றும். பன்மைக் கற்றைகள் குறுக்கீட்டுக் கொள்ளும்போது தோன்றும் வரிகள் மிகவும் கூர்மையாகவும் தெளிவாகவும் இருக்கும்.

கதிர்க் கற்றைகளின் தன்மைகள், புறப்பரப்புகளின் வடிவங்கள், ஒளி புகும் ஊடகங்களின் பண்புகள் ஆகியவற்றை ஆராய ஒளி குறுக்கீட்டு அளவிகள் உதவுகின்றன. மெல்லிய மின்கடவா படலப் பூச்சுகளின் பண்புகளை ஆராய உதவுவது அவற்றின் மற்றுமொரு முதன்மையான பயன்பாடு ஆகும். எடுத்துக்காட்டாகத் தேவையற்ற எதிர்பலிப்பை நீக்கவும், இருதிறம் காட்டும் ஆடி, வடிகட்டி, வெப்ப எதிர்பலிப்பான், சூரிய மின்கலம் ஆகியவற்றின் உற்பத்தியிலும் மெல்லிய பூச்சுகள் பயன்படுகின்றன.

**விளிம்பு விலகல் (Diffraction).** கதிர்கள் தம் நேர்கோட்டுப் பாதையிலிருந்து திசை மாறி பரவுவது விளிம்பு விலகல் ஆகும். இது அலைகளின் ஒரு பொதுவான தன்னியல்பு. ஓர் அலைமுகப்பின் ஒரு பகுதி ஏதாவது ஒரு வகையில் தடுக்கப்படும்போது விளிம்பு விலகல் நிகழ்கிறது. அலை முகப்பின் வீச்சம் கட்டமும் இடம் சார்ந்த மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகும்போது அந்த தலங்களிலிருந்து வரும் அலைகள் குறுக்கீட்டுக் கொண்டு, கதிர்வீச்சுப் பரவும் போது விளிம்பு விலகல் பாங்கங்களை உண்டாக்கும். இவ்வாறு விளிம்பு விலகலுக்கும் குறுக்கீட்டு விளைவுக்கும் இடையில் இயற்பியல் வேறுபாடு எதுவும் இல்லை. ஓர் ஒளியியில் கருவியின் மூலமாக ஓர் ஒளி அலைமுகப்பு செல்லும் போது அதன் ஒரு சிறிய பகுதி மட்டுமே அதன் ஊடாக செல்லுமாதலால், ஆய்வு முடிவுகளை மதிப்பிடும் போது விளிம்பு விலகலால் ஏற்படும் பாதிப்புகளையும் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

ஹைகன்ஸ் ஃபிரன்ஸல் தத்துவத்தைப் பயன் படுத்துவது விளிம்பு விலகல் சிக்கலை ஆய்வு செய்வதற்கான ஒரு பொது அணுகுமுறை ஆகும். ஓர் அலை முகப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் துணைச் சிற்றலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் வகையில் செயல்படுகிறது. கதிரியக்கப் புலத்தின் வீச்சு இச்சிற்றலைகளின் மேற்பொருந்துதலால் தோன்றுகிறது. வகைப்பாட்டு அலைச் சமன்பாட்டின் தீர்வின் அடிப்படையில் அமைந்த ஒரு தீவிரமான கொள்கையைக் கிரீக்காப் என்பார் உருவாக்கினார். பெரும்பாலான நடைமுறைச் சூழ்திலைகளில் இந்த அணுகுமுறைகள் போதுமானவையே. மின்காந்த கதிர்வீச்சு கொள்கையைப் பயன்படுத்தி விளிம்பு விலகல் கணக்குகளுக்கான சரியான தீர்வுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

விளிம்பு விலகல் நிகழ்வுகள் வழக்கமாகத் தொலைப்புல (far-field) அல்லது அண்மைப்புல (near-field) விளிம்பு விலகலாக ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. இவற்றை முறையே ஃபிரான்ஹாபர் விளிம்பு விலகல் எனவும் ஃபிரான்ஸல் விளிம்பு விலகல் எனவும் குறிப்பிடுவது வழக்கமாக இருக்கிறது. கதிர்வீச்சு மூலமும் காட்சிப் பதிவு செய்யும் புள்ளியும், விளிம்பு விலகல் செய்யும் பொருளிலிருந்து பெரும் தொலைவில் இருக்கும்போது படு அலைகளும், விளிம்பு விலகிய அலைகளும் தளத்தன்மையுடன் இருக்கும். அப்போது ஃபிரான்ஹாபர் விளிம்பு விலகல் நிகழும். மூலம் அல்லது காட்சிப் பதிவு செய்யும் புள்ளி அல்லது இரண்டுமே விளிம்பு விலகல் செய்யும் பொருளுக்கு அருகில் அமைந்து, அலைகளின் வளைவைப் புறக்கணித்துவிட முடியாதபோது ஃபிரான்ஸல் விளிம்பு விளைவு ஏற்படுகிறது.

ஒளியியல் ஆய்வுகளில் வரித்துளையும், வட்டத் துளையும் அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஃபிரான்ஹாபர் விளிம்பு விலகலில் கதிர் வீச்சுப் பரவலைப் பெற  $e^{ikr}$  என்னும் கட்டக் காரணி (phase factor) துளை முற்றிலுமாகத் தொகையிடப்படுகிறது. இதில்  $r$  என்பது காட்சிப் பதிவு செய்யும் புள்ளிக்கும் துளையில் உள்ள ஒரு புள்ளிக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு ஆகும்.  $d$  என்னும் அகலம் உள்ள ஒரு குறுகிய கோட்டுத் துளையின் மேல் ஒரியல்பான, இணையாக்கப் பட்ட, சமதள அலைமுகப்பு கொண்ட  $I_0$  என்னும் கதிர்வீச்சு படும்போது  $I = I_0(\alpha^{-1}\text{Sin}\alpha)^2$  என்னும் விளிம்பு விலகல் பாங்கம் தோன்றுகிறது. இங்கு  $\alpha = 1/2kb\text{Sin}\phi$ .  $\phi$  என்பது துளையைப் பார்க்கிற திசையின் கோணம். இந்த விளிம்பு விலகல் பாங்கம்  $\phi = 0$  என்னும் திசையில் பெருமமாகவும்  $\phi = \pi$  என்னும் திசையில் சுழியாகவும் உள்ளது.  $R$  ஆரமுள்ள வட்டத் துளைக்குக் கிடைக்கும் விளிம்பு விலகல் பாங்கம்  $I = I_0[2J_1(\rho)/\rho]^2$ . இதில்  $\rho = kR\text{Sin}\phi$ .  $J_1(\rho)$  என்பது முதல் வகைப் பெஸ்ஸல் சார்பெண் (bessel function). இவ்வகை விளிம்பு விலகல் ஒளியியலில் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. அதன் மையப் பகுதிக்கு, ஏரி வட்டம் (airy disk) என்று பெயர்.

விளிம்பு விலகல் அமைப்பில்  $d$  அகலமுள்ள இரண்டு வரித்துளைகள் இருக்கும்போது  $I = I_0(\alpha^{-1}\text{Sin}\alpha)^2\text{Cos}^2\beta$ . இதில்  $\beta = 1/2kD\text{Sin}\phi$ . இங்கு  $D$  என்பது வரித் துளைகளுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவு.  $(\text{Sin}\alpha/\alpha)^2$  என்னும் காரணி ஒரு துளைக்கான பரவல் சார்பெண், அது  $\text{Cos}^2\beta$  என்னும் குறுக்கீட்டு வரிசைக்கான உறையாக அமைகிறது. இத்தகைய பெரும்பான்மையான, இணையான வரித்துளைகள் உள்ள அமைப்பு கீற்றணி (grating) எனப்படும். கீற்றணியில்

$$I = I_0(\alpha^{-1}\text{Sin}\alpha)^2(N^{-1}\text{Sin}^{-1}\beta.\text{Sin}N\beta)^2$$

இங்கு  $N$  என்பது வரித்துளைகளின் எண்ணிக்கை.  $(\beta^{-2}\text{Sin}\beta)^2$  என்னும் உறைக்குள்  $p\lambda = D\text{Sin}\phi$  என்னும் நிலையில் முதன்மைப் பெருமம் தோன்றுகிறது.  $p\lambda = D\text{Sin}\phi$  என்பது கீற்றணிச் சமன்பாடு எனப்படும்.  $p$  என்னும் முழு எண் விளிம்பு விலகல் வரிசை (order) எனப்படுகிறது.

முப்பரிமாணப் படவியல் (holography) என்னும் பிம்பமாக்கும் உத்தி குறுக்கீட்டு விளைவையும், விளிம்பு விலகலையும் கொண்டது. ஒரு கதிர்வீச்சுப் பாங்கத்தின் வீச்சு, கட்டத் தகவல் ஆகிய இரண்டும் முப்பரிமாணப்படம் (hologram) என்னும் குறுக்கீட்டு வடிவமாகப் (Interferogram) பதிவு செய்யப்படுகின்றன. முப்பரிமாணப்படம் என்பது கதிர்ப்புலத்திற்கும், ஒரு தெரிந்த மேற்கோள் அலை முகப்புக்கும் இடையில் ஏற்படும் குறுக்கீட்டுப் பாங்கம் ஆகும். இந்தப் பதிவை மேற்கோள் அலை முகப்பைச் செலுத்தி ஒளியூட்டுவதன் மூலம் தொடக்கக் கதிர் வீச்சுப் பாங்கத்தை மீளவும் உண்டாக்க முடியும். முப்பரிமாணப்படத்தால் உண்டாகும் விளிம்பு விலகல் பாங்கம் தொடக்கக் கதிர்வீச்சுப் புலத்தை ஒத்ததாயிருக்கும்.

சிதறல் (Scattering). மின்காந்த அலையின் அலை நீளத்தைவிடச் சிறிய பரிமாணமுள்ள பொருள்களையோ மின்காந்த அலை சந்திக்கும்போது சிதறல் ஏற்படும். தனிப்பட்ட சிதறுவான்கள் படுகதிரிலிருந்து ஓரளவு ஆற்றலை உட்கவர்ந்து, மின்காந்த அலைகளை மீண்டும் உமிழ்கின்றன. சிதறப்பட்ட கதிர்ப்பாய அடர்த்தி படுகதிரின் அதிர்வெண்ணின் நான்காம் மடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் (ராலே சிதறல்). தெளிந்த வானம் நீல நிறமாய்த் தோன்றுவதற்கு ராலே சிதறலே காரணம். இதற்கு மாறாக மேகங்கள் வெண்மையாகத் தெரிகின்றன. அவற்றில் உள்ள நீர்த் திவலைகள் ஒளியின் அலைநீளத்தைவிடப் பெரும் பரிமாணம் உள்ளவையாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம். அவற்றில் சாதாரண எதிர்பலிப்பு மற்றும் ஒளி முறிவு நிகழ்வுகளே ஏற்படுகின்றன.

புற ஒளியியலில் நிகழ்வுகள் பேரளவுத் தன்மையிலேயே ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. மேலும் நுண்ணளவுத் தன்மையில் நிகழும் செயல்பாடுகளைப் பற்றி விளக்கமாகத் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. ஒளியியலில் பொதுவாகச் சந்திக்கிற அலை வகைகள் தன்னிச்சையாகப் பரவும் அலைகள் ஆகும். வழி நடத்தப்படுகிற (guided) மற்றும் ஒருபடித்தான தன்மையற்ற புறப்பரப்பு அலைகளும் எதிர்படுவதுண்டு.



அவற்றால் உண்டாகும் நிகழ்வுகளையும் இக்கட்டுரையில் குறிப்பிட்டுள்ள முறைகளிலேயே ஆராய முடியும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Ditchburn, Light, Wiley, New York, 1976.

## புறக்குழல் நீலமாதல்

இந்தோய் தமனிச் சுருக்கக் கோளாறுகளால் உண்டாகிறது. ரேனாடின நோயியமும் இவ்வகையைச் சார்ந்ததே. நுண்தமனிகளே பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகின்றன. மிகையான குளிர் தாக்கம் ஏற்பட்டாலோ, உணர்ச்சி வயப்பட்டாலோ விரல்களில் நிற மாற்றம் ஏற்படுகிறது. முழுமையான நோயியத்தில் விரல்களில் முதலில் வெண்மை நிறமும், பின்னர் நீல நிறமும், பின்னர் சிவப்பு நிறமும் காணப்படுகின்றன. இந்த நிற மாற்றங்கள் தமனி சுருக்கத்தைக் குறிக்கின்றன. பின்னர் நாளங்களிலும் தந்துகிகளிலும் நுண்சிரககளிலும் குருதித் தேக்கமேற்பட்டு அவை விரிவடைகின்றன. தமனிச் சுருக்கம் நின்றவுடன் மிகையான குருதித் தேக்கம் ஏற்படுகிறது. நோயாளிக்கு வலியும் மரத்துப்போகும் நிலையும் உண்டாகின்றன.

இந்திலை பெரும்பாலும் பெண்களிலேயே காணப்படுகிறது. 8 பேருக்கு 1 என்னும் விகிதத்தில் பெண்களும் ஆண்களும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். கைகளில் தோன்றும் நிறம் எப்போதுமே நீலமாகவே இருக்கிறது. குளிர் தாக்கத்தின் போது நோயின் அறிகுறிகள் அதிகரிக்கின்றன. கால்களைவிடக் கைகளே பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகின்றன. புண்ணோ, வலியோ விரல் நீலமாகும் நோயில் காணப்படுவதில்லை.

மருத்துவமாகக் குளிர் தாக்கத்தைத் தவிர்க்க வேண்டும். வெப்பமான கையுறைகளையும் காலணி களையும் அணிந்து கொள்ள வேண்டும். ஃபீனாக்சி பென்சமைன், ரிசெர்பின், குவானெடிதின், மெத்தில்டோபா போன்ற மருந்துகள் கொடுக்கலாம். தமனி வழியாக ரிசெர்பின் அளிப்பதுமுண்டு. பரிவு நரம்பு மண்டலத் துண்டிப்பும் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. எனினும் எந்த மருத்துவமும் நிலையான பயனளிப்பதில்லை.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். D.E.Stravdness Jr., *Peripheral Arterial disease*, Little Brown, Boston, 1969; Juergens, *Peripheral Vascular diseases*, 5th Edn., W.B.Saunders & Co., Philadelphia, 1980.

## புறச்செவி

செவிச்சிறகும் வெளிச் செவிப் பாதையும் கொண்ட புறச்செவி, செவிக்குச் சிப்பி போன்றது. அதன் குருத்தெலும்பு மெல்லிய தோலால் மூடப்பட்டிருக்கும். பின்பரப்பு குவிந்திருக்கும். முன்பகுதி குழிந்து பிறைச்சந்திரன் போன்ற மடிப்பும் குழியும் இருக்கும். சிறகின் விளிம்பில் உள்ள மடிப்பை ஹெலிக்ஸ் என்றும் கீழ்ப்பகுதியில் குருத்தெலும்பு இல்லாமல் குறைந்த நாளங்களும், நரம்புகளும் சிறிது கொழுப்பும் உள்ள பகுதியை மடல் என்றும் குறிப்பர். புறச்செவிப் பாதையின் வெளிப்பகுதி குருத்தெலும்பாலானது. இது சங்கு போன்று குழிந்திருக்கும். அதன் முன் பகுதியில் குருத்தெலும்பில் புடைப்பு (tragus) உள்ளது. குருத்தெலும்புப் பகுதியில் மயிர்க் கால்களும், எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் உள்ளன. புறச்செவிப் பாதையின் உள் 16 மி.மீ. நீளம் எலும்புடன் ஒட்டியுள்ளது. குருத்தெலும்புப் பகுதியும் எலும்புப் பகுதியும் இணையும் இடம் சுருங்கியிருக்கும்.

புறச்செவிப் பாதை வளைந்திருக்கும். குருத்தெலும்புப் பகுதி மேல் நோக்கியும் பின்னோக்கியும் எலும்புப் பகுதி முன்னோக்கியும் கீழ்நோக்கியும் இருப்பதால் புறச்செவிப் பாதையை நேராகக் காண, காது சிறகை மேல் நோக்கியும் பின்னோக்கியும் இழுக்க வேண்டும்.

எலும்புப் பகுதி சிறகெலும்பு அரைவட்டமான டிம்பானிக் எலும்புகளால் ஆனது. புறச்செவி, உள்ளே செவிப்பறை வரையுள்ளது. செவிப்பறை அருகே புறச்செவியின் அடிப்பகுதி கீழ்நோக்கி இறங்குவதால் அங்குச் சிறு பள்ளம் உள்ளது. புறச்செவித் துளையின் முன்பக்கம் கீழ்த்தாடையும் பின்பக்கம் மாஸ்டாய்டு காற்றறைகளும், மேலே நடுமுளை அறையும் உள்ளன. நாம் பூட்டம் - கழுத்து நரம்பு 2, 3ம் கபால நரம்பு, 5ம் இருந்தும் 10 ல் இருந்தும் வரும் பிரிவுகளில் உணர்வு நரம்புகள் இருக்கும். நிணநீர் முடிச்சுகள் - நிணநீர் முன்புறமும், பின்புறமும் கழுத்திலும் உள்ள முடிச்சுகளில் சென்றடைகின்றன.

டி.எம். பரமேஸ்வரன்

துணைநூல். *Fishbein's Illustrated Medical and Health Encyclopedia*, H.S.Stuttman Co., Inc., Publishers, Newyork, 1978.

## புறச்செவி நோய்கள்

புறச்செவித் தோலில் தீவிர அல்லது மிதமான அழற்சி ஏற்படலாம். பொதுவான நோயின் பகுதியாகவும், பிற காரணங்களாலும், தோன்றலாம்.

**காரணங்கள்.** புறச் செவிக்குழாயில் நுண்ணுயிர் அல்லது காளான் ஒவ்வாமை காரணமாக நீர் வழியும், தோல் படை (eczema) அல்லது எண்ணெய் வழியும் தோல்புண் வரலாம். மயிர்க்கால் சீழ்க்கட்டி ஒன்றோ கூடுதலாகவோ இருக்கலாம். இந்நிலையில் வலி மிகுதியாக இருக்கும். செவிக்குழல் அடைத்துவிடும். காது கேட்காது; கட்டி தானாக உடைந்து சீழ் வெளியேறும். நீரிழிவு நோயாளிக்கு மீண்டும் சீழ்க்கட்டி வர வாய்ப்புண்டு. காது மடல் பின் மடிப்பு வீக்கத்தால் மறைந்துவிடும். திணநீர் முடிச்ச வீங்கி விடுவதும் உண்டு. சில சமயம் வலியால் வாயைத் திறக்க இயலாது. இந்நோய் மாஸ்டாய்டு அழற்சி போலவே இருக்கும். மாஸ்டாய்டு அழற்சியில் காதினுள் சீழ்க்கட்டி இருப்பதில்லை.

**மருத்துவம்.** பென்சிலின் அல்லது உயர் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுத்தல், கிளிசரினைப் பஞ்சில் தோய்த்துக் கட்டியின் மேல் வைத்தல் மருத்துவமாக அமைகின்றன.

**பரவலான தோல் புண்.** அரிப்பு இருப்பதால், சொறிந்து புண்ணாகித் தோல் உதிர்ந்துவிடுகிறது. சில சமயங்களில் கன்னமும் கழுத்தும் வீங்கி விடும். நீர் வடியும்; வலி மிகுதியாக இருக்கும். நீண்ட நாள்களாக இருந்தால் தோல் சுருங்கி புறச் செவிக் குழாயின் அளவு சிறியதாகிவிடும்.

**மருத்துவம்.** காதைத் தூய்மைப்படுத்தி 3% அலுமினியம், அசெட்டேட் தடவலாம். நுண்ணுயிர் எதிர்மருந்து காதில் இடுவது ஏற்றதன்று. ஊசி மூலம் செலுத்தலாம்.

**காளான்.** தூய்மையற்ற நீர், கடல் நீர், தூசு ஆகியவற்றின் மூலம் காளான் விதைகள் புறச் செவித்தோலில் படிந்து புண் ஏற்படுத்துகின்றன. காதில் நீண்ட நாள்களாக நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து பயன்படுத்தும்போது தோலின் ஏற்புத்தன்மை குறைவதால் காளான் எளிதாகத் தொற்றிவிடுகிறது.

**வகை.** பஞ்சு போன்ற காளானில் கறுப்பு அல்லது வெண்ணிறக் காளான் விதைகள் ஒரு வகையாகும். இன்னொரு வகை நனைந்த காகிதம்போல் வெண்மையாக ஒட்டியிருக்கும். பீச்சாங்குழலைப் பயன்படுத்தி தூய நீரால்

வெளியேற்றிக் காளான் கொல்லி மருந்து ஒரு மாதம் வரை நாள்தோறும் தடவ வேண்டும். மீண்டும் நீர் காதினுள் புகாமல் எச்சரிக்கையுடன் இருக்க வேண்டும். சீழ் ஒழுகும் தோல் படை, சொறி, எண்ணெய்ப்பசை போன்று தோல் உரியும் நோய் ஆகியன உடலின் பிற பகுதிகளிலும் தோன்றலாம். தோல் நோய் மருத்துவர் ஆலோசனையும் பொது மருத்துவமும் தேவை.

**செவிப்பறைச் சிவப்புப்புண்.** இதில் செவிப்பறையின் வெளிப்படலம் சிவந்து இருக்கும். செவிப்பறையை ஒட்டித் தங்கியுள்ள குரும்பி அல்லது வெளிப் பொருளால் இந்நிலை வரலாம். வைரஸ் நுண்ணுயிர்களால் கொப்புளம் (அக்கி) புறச்செவியிலும், செவிப்பறையிலும் தோன்றலாம்.

டி.எம்.பரமேஸ்வரன்

துணைநூல். A.J.Harding Rains and H.David Ritche, *Bailey and Love's Short Practice of Surgery*, Seventeenth Edition, H.K. Lewis & Co.,Ltd., London, 1977.

## புறச்செவிப் பாதிப்பு

செவி மடல் இயற்கையான வடிவத்தில் இராமல் சிற்சில மாறுபாடுகளோடு இருக்கலாம். யானைக்காது போன்று அகலமாகவோ வெளவால் காது போலவோ தோன்றலாம். அரிதாக மடல் முழுமை பெறாமலோ, அமையாமலோ காணப்படலாம். செவியின் முன்புறம் ஒன்றிரண்டு தோல் புடைப்பு குழி ஆகியன இருக்கலாம். செவி மடல் மிகவும் கீழே இறங்கியிருந்தால் காது கேட்காது. முக வளர்ச்சியிலும் முதல் வளைவும், இரண்டாம் வளைவும் இணைவதில் கோளாறு ஏற்பட்டால் இம்மாறுபாடுகள் இருக்கும். இவை பிறவிக் கோளாறுகளே அல்லாமல் இவற்றால் தீங்கில்லை.

செவி மடலில் காயம் அல்லது கீறல் ஏற்பட்டால் அதன் மூலம் நுண்ணுயிர் பரவித் தோல் சிவப்பாகும்; கொப்புளங்கள் தோன்றும். இது காய்ந்து பொருக்குகளாகும். கழுத்து, முகத்தில் கூட இவை ஏற்படும். தூய இளவெப்ப நீரில் துடைத்து மருந்திடலாம். எரிசிபாலஸ் என்னும் தொற்று நுண்ணுயிரால் ஏற்படும் புண், இதனால் காது மடல் சிவந்து வீங்கிக் காணப்படும். காய்ச்சல், சோர்வு ஆகியவை மிகுதியாக ஏற்படும். மேலும் ஒவ்வாமை, படை போன்ற தோல் நோய்களாலும், புறச்செவி பாதிக்கப்படலாம்.



**காளான் (Fungus).** தூள்படக் காதில் துண்ணுயிர்க் கொல்லி அல்லது கார்ட்சோன் கலந்த மருந்து பயன்படுத்துவதும், வெப்பமும் - ஈரமும் நிறைந்த சூழ்திலையும். செவித்தோல் காளான் வளரத் தகுந்த காரணங்களாகின்றன. தூசிகள் நிறைந்த காற்றின் மூலமும், குளிக்கும்போது நீர் காதிலுள் சென்றுவிடுவதாலும் காளான் விதை செவியிலுள்ள துளைத்து வளர்கிறது. இது கரித்தூளைத் தூவிய பஞ்சு போகவும் துளைத்த வெண்பஞ்சுப் போலவும் செவியிலுள் இருக்கும். காதில் அரிப்புடனும் வலியுடனும் நீர் வடிந்து, காதும் கெட்காது. மருத்துவர் அதைத் தூய்மை செய்து காளான் கொல்லி மருத்திடுவார். ஈரம், மீண்டும் காளான் வளர உதவுகிறது. அதனால் நீர் செல்லாமல் கவனமாக இருக்க வேண்டும்.

**குரும்பி.** புறச்செவி எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் கருஞ்சிவப்பு நிறப் பிசின் போன்ற பொருள் இதுவாகும். மங்கிய வெள்ளை நிறத்தில் அவல் போல் உலர்ந்து இருக்கலாம். தாடை அசைவால் இது தானாகவே வெளியே வந்துவிடும். மிகையாகச் சுரக்கும்போது அதனுடன் தூசி, முகப்பூச்சு மாவு, செதில் முதலியன சேர்ந்து, உறைந்து கல் போல் இறுகிச் செவிக்குழாயை அடைத்து விடும். காதிலுள் நீர் புகுந்தால் மேலும் பெரிதாகித் திடீரென்று காது கெட்காது. குரும்பி செவிப்பாறையில் ஒட்டிக் கொண்டிருந்தால் செவியில் இரைச்சலும் மயக்கமும் வரலாம். காதில் கிளிசரின் சோடா கலந்த மருந்தோ, தூய தேங்காய் எண்ணெய் ஓரிரு துளிகளோ ஐத்து நாள் விட்டுப் பின் மருத்துவர் நீர் பீச்சிக் குரும்பியை எடுத்துவிடுவார். அயல்பொருள்களான பயறு, அணி, சிறு கல், பென்சில் துண்டு, காகிதம் போன்றவற்றைக் குழத்தைகள் விளையாட்டாகச் செவியிலுள் போட்டுவிடுவார் அல்லது பூச்சிகள் புகுந்துவிடும். இவை உப்பு நீர், சாராயம் அல்லது தேங்காய் எண்ணெய் விட்டால் செயலற்றுவிடும். பின் மருத்துவர் உதவிச் கொண்டு எடுத்துத் தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

**டி.எம்.பரமேஸ்வரன்**

**துணைநூல்.** John Ballantyne and John Groves, *Scotts-Brown's Diseases of the Ear, Nose and Throat*, Vol-2, Fourth Edition, Butterworths, London, 1979.

## புறத்தாவியல்

ஏவுப்பொருள்களின் இயக்கத்தையும் அந்த இயக்கத்தைச் செயல்படுத்தும் விதிமுறைகளையும் பற்றிய ஆய்வு தாவியல்

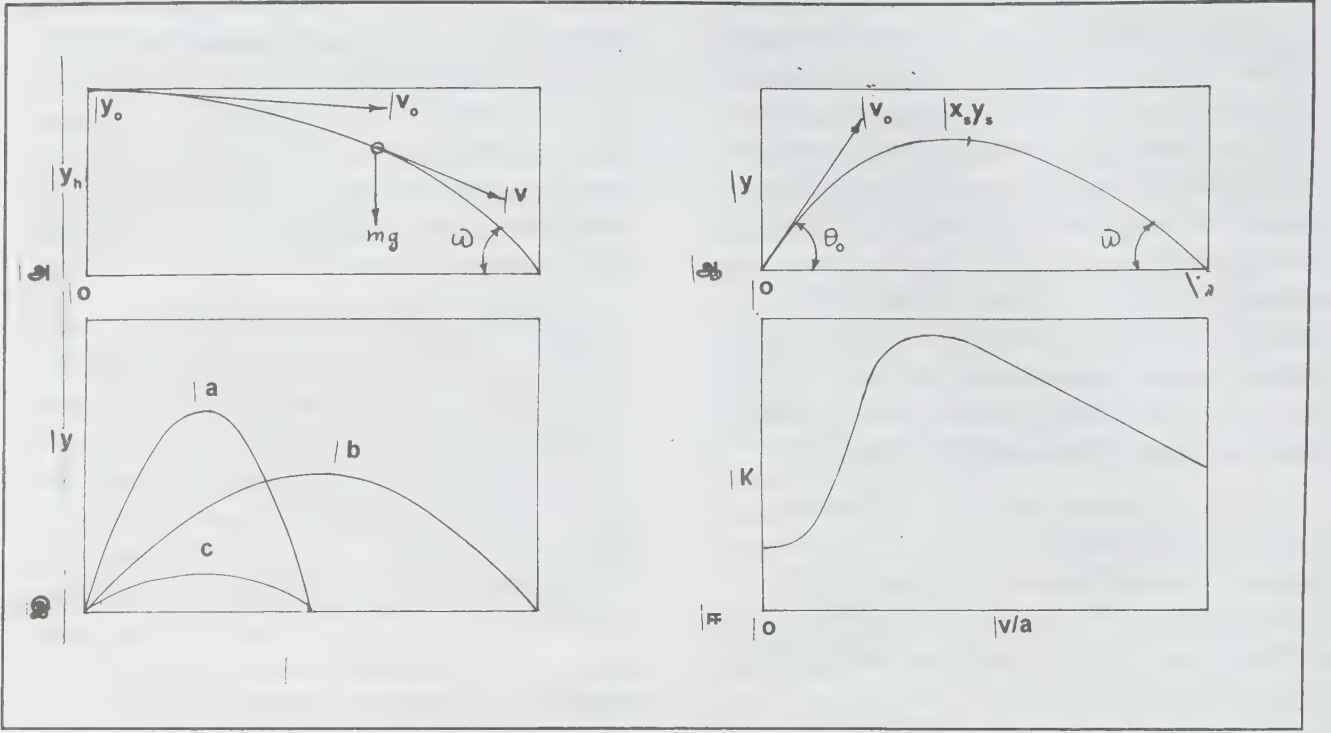
(ballistics) எனப்படும். இந்த ஆய்வு புறத்தாவியல் (exterior ballistics), அகத்தாவியல் (Interior ballistics) என இரு பிரிவுகள் கொண்டது. ஒரு பிரங்கியின் வாயிலிருந்து ஏவுப்பொருள் வெளிப்பட்டது முதல் தோன்றும் திகழ்வுகளை ஆய்வு புறத்தாவியல் என்றும், அதற்கு முன் பிரங்கியிலுள் ஏற்படும் திகழ்வுகளை ஆய்வு அகத்தாவியல் என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

ஒரு குண்டு, பிரங்கியிலிருந்து வெளிப்பட்டபோதும், ஓர் ஏவுகணையில் எரிபொருள் தீர்ந்தபோதும் அதன் மேல் உந்து - விசை செயல்படுவது தின்றுவிடும். உந்து விசையற்றபோது ஏவுப்பொருள்கள் இயங்குகிற விதங்களைப் புறத்தாவியல் ஆராய்கிறது. காற்றுத் தடை உராய்வு, குறுக்குக் காற்று விசை, புவிச் சுழற்சியால் ஏற்படும் கோரியாலிஸ் விளைவு ஆகியவை வீசு பொருள்களின் இயக்கத்தைப் பாதிக்கிற காரணிகளில் சில. அவற்றின் எண் மதிப்பு, ஏவு பொருளின் நிறை, அதன் வடிவம், காற்றின் அடர்த்தி, காற்றோட்ட வடிவ வேகம், ஏவுப்பொருள் பயணம் செய்த தொலைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. அவற்றின் குறுக்கீடு காரணமாக வீசு பொருளின் பயணப் பாதையைக் கணக்கிடுவது மிகவும் சிக்கலாகும்.

புவியின் நிறையீர்ப்புப் புலத்தின் ஆளுகைக்கு உட்பட்டு, வெற்றிடத்தில் பயணம் செய்கிற ஒரு வீசு பொருளின் பயணப் பாதை நீள் வட்டத்தின் ஒரு வில்லின் வடிவத்திலிருக்கும். புவியின் மையத்தில் அந்த நீள் வட்டத்தின் இரு குவியல்களில் ஒன்று அமைந்திருக்கும். புவியின் பரப்புக்கு அருகிலிருக்கிற நிறையீர்ப்பு விசையிலிருந்து கணிசமாக வேறுபடாத நிறையீர்ப்பு விசையிலிருக்கிற பகுதிக்குள் ஏவுப்பொருள் பயணம் செய்து கொண்டிருக்கும்வரை அந்த நீள்வட்ட வில் வடிவத்தை ஒரு பரவளைய வடிவமாகத் தோராயப்படுத்திக் கொள்ளலாம். ஏவுப்பொருள் மேலே செல்லச் செல்ல அதன் மேல் செயல்படும் நிறையீர்ப்பு விசை மாறும். இதைப் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டலாம்.

$$g = g_0(R/R_0)^2 \dots\dots\dots (1)$$

இதில் g என்பது y என்னும் உயரத்திலுள்ள புவியீர்ப்பு முடுக்கம்;  $g_0$  என்பது புவியின் பரப்பிலுள்ள ( $y = 0$ ) புவியீர்ப்பு முடுக்கம்; R என்பது புவியின் ஆரம். 32 கி.மீ. உயரத்தில் ஏவுகணை செல்லும்போது அதன் மேல் செயல்படுகிற புவியீர்ப்பு முடுக்கம் 0.99g. ஆகக் குறைந்துவிடும்.



படம் 1.

கிடைத்திசையில் செல்லும் வீசுபொருள். கிடைத்திசையில் பயணம் செய்கிற ஒரு வீசுபொருளின் பயணப்பாதையைப் படம் 1 (அ)வில் காணலாம். நிறையுள்ள ஒரு வீசு பொருள் பீரங்கியின் வாயிலிருந்து ( $x = 0$ ) வெளிப்பட்ட பிறகு புவியீர்ப்பு விசை மட்டுமே அதன் மேல் செயல்படும். அதன் எண் மதிப்பு  $mg$  ஆகும். அது செங்குத்தாகக் கீழ்தோக்கிச் செயல்படும். வீசு பொருள் பயணம் செய்கிற தொலைவு மிகவும் குறைவாயிருந்தால் புவிப்பரப்பைத் தட்டையானதாகக் கருதலாம். மேலும் அது பயணம் செய்கிற உயரமும் குறைவாக இருந்தால் அதன் மேல் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசையும், புவிப் பரப்பிலிருக்கிற புவியீர்ப்பு விசைக்குச் சமம் எனலாம். வீசு பொருள் வெற்றிடத்தில் பயணம் செய்வதாகக் கருதலாம். அப்போது அதன் இயக்கச் சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு அமையும்.

$$m = d^2x/dt^2 = 0, m.d^2y/dt^2 = -mg. \quad \dots\dots (2)$$

வீசு பொருள் பயணத்தைத் தொடங்குகிறபோது தொடக்க நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு அமையும்.

$$x = 0; y_0 = h;$$

$$x - \text{திசையில் தொடக்க வேகம், } v_{x0} = (dx/dt)_0 = V_0$$

$$y - \text{திசையில் தொடக்க வேகம், } v_{y0} = (dy/dt)_0 = 0$$

$$x - \text{திசையில் முடுக்கம், } (d^2x/dt^2)_0 = 0$$

$$y - \text{திசையில் முடுக்கம், } (d^2y/dt^2) = -g$$

மேற்காணும் சமன்பாடுகளுக்கான தீர்வுகள் பின்வருமாறு:

$$x = v_0 t; y = h - g(t^2/2)$$

இவற்றிலிருந்து  $t$ -ஐ நீக்கினால் பரவளையப் பயணப் பாதையின் வளைவு பின்வருமாறு:

$$y = h - (g/2v_0^2) x^2$$

வீசுகளை போய் விழுந்த புள்ளி  $x_w$  என்னும் தொலைவிலிருந்தால்,  $x_w$  வீசுகளையின் நெடுக்கம் எனப்படும். அப்புள்ளியில்  $x = x_w, y = 0$

$$x_w = v_0 \sqrt{2h/g}$$

வீசுபொருள் பயணம் செய்த நேரம்  $t_w$  எனில்,  $t_w = \sqrt{2h/g}$ . இது தொடக்கத் திசைவேகத்தைச் ( $v_0$ ) சார்ந்திராது. வீசு பொருள் தரையில் விழுகிற கோணம்  $w$  எனில்,

$$\tan w = -(dy/dx)_{y=0} = \sqrt{2gh/v_0}$$



**சாய்ந்த திசையில் பறக்கும் வீசுபொருள்.**

புவியின் பரப்புக்குச் சாய்வான கோணத்தில் பயணம் செய்யும் ஒரு வீசு பொருளின் பயணப் பாதை படம் 1 (ஆ)வில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.  $m$  என்னும் நிறை கொண்ட ஒரு வீசு பொருள், வெற்றிடத்தில் கிடைத்தளத்துக்கு  $\theta_0$  என்னும் கோணத்தில் சாய்ந்த திசையில்  $v_0$  என்னும் தொடக்கத் திசைவேகத்துடன் வீசப்படுவதாகக் கருதலாம். தரைப்பரப்பு கிடைமட்டமாக இருப்பதாயும்  $g$  இன் மதிப்பு மாறாமலிருப்பதாயும் கொள்ளலாம். ஏவுபுள்ளி ஆயங்களின் தொடக்கத்துடன் பொருந்தியிருக்க வேண்டும்.  $Y$  அச்ச செங்குத்தாகவும்  $X$  அச்ச கிடையாகவும் இருக்கலாம். ஏவுபொருளின் பயணப்பாதை  $XY$  தளத்தில் அமைந்திருப்பதாகக் கொண்டால் அதன் இயக்கச் சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு அமையும்.

$$m = d^2x/dt^2 = 0; \quad m (d^2y/dt^2) = -mg$$

தொடக்க நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு அமையும்:

$$x \text{ திசையில் திசைவேகம் } (dx/dt)_0 = v_0 \cos \theta_0, \quad x_0 = 0;$$

$$y \text{ திசையில் திசைவேகம் } (dy/dt)_0 = v_0 \sin \theta_0, \quad y_0 = 0;$$

$\theta_0$  என்பது ஏவுகோணம் அல்லது வீசு கோணம்.

இயக்கச் சமன்பாடுகளைத் தொகையிட்டு, அவற்றைத் தொடக்க நிபந்தனைகளில் பதிலீடு செய்தால்,

$$x = v_0 t \cos \theta_0; \quad y = v_0 t \sin \theta_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$t$ -ஐ நீக்கிவிட்டால், ஏவுபொருளின் பயணப் பாதையின் வடிவம் பின்வருமாறு கிடைக்கும்:

$$y = x \tan \theta_0 - (gx^2/2v_0^2 \cos^2 \theta_0)$$

இது ஒரு பரவளையத்தின் சமன்பாடு ஆகும்.

பயணப்பாதையின் உச்சப் புள்ளியான  $(x_s, y_s)$  இல்  $dy/dx$  சுழியாகும். இதன் உதவியால் உச்சப்புள்ளியைக் கணக்கிடலாம்.

$$x_s = (v_0^2/g) \sin \theta_0 \cos \theta_0; \quad y_s = (v_0^2/2g) \sin^2 \theta_0$$

ஏவுபொருள் உச்சப்புள்ளியை அடைய ஆகும் நேரம்

$$t_s = (v_0/g) \sin \theta_0$$

ஏவுபொருளின் நெடுக்கம்  $x_w$ -வைக் கண்டுபிடிக்க  $y = 0$  எனப் பதிலீடு செய்ய வேண்டும்.

$$x_w = (2v_0^2/g) \sin \theta_0 \cos \theta_0$$

$y = 0$ ,  $x = x_w$  எனப் பதிலீடு செய்வதன் மூலம் பயண நேரத்தைக் ( $t_w$ ) கணக்கிடலாம்.

$$t_w = (2v_0/g) \sin \theta_0$$

பயணப் பாதையின் வடிவம் சமச்சீர்மையாக உள்ளது. எனவே அதன் நெடுக்கம் உச்சப்புள்ளியின் நெடுக்கத்தைப் போல இரு மடங்காக இருக்கும். அதன் பயண நேரம் உச்சப் புள்ளியை அடைய ஆகும் நேரத்தைப் போல இரு மடங்கு இருக்கும். தொடக்கத் திசைவேகம் ( $v_0$ ) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்கும்போது உச்ச அளவு நெடுக்கத்தை அடைவதற்கான நிபந்தனையைப் பெற  $dx_w/d\theta_0 = 0$  எனக் கொள்ளவேண்டும். அப்போது  $\cos \theta_0 = \sin \theta_0$  என ஆகும். அதிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$\theta_0 = \pi/4 = 45^\circ$$

ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகமுள்ள ஏவுபொருள் உச்ச அளவைவிடக் குறைவான நெடுக்கத்தில் போய் விழ இரண்டு வீசு கோணங்களில் அமைந்த பயணப் பாதைகள் இருக்க முடியும் (படம்-1 இ). அவற்றில் ஒரு வீசு கோணம்  $45^\circ$ -ஐ விடப் பெரியதாகவும், மற்றது  $45^\circ$ -ஐ விடச் சிறியதாகவும் இருக்கும்.

பொருள்களின் தடைப்பட்ட இயக்கம். காற்றுப் போன்ற ஒரு பாய்மத்தின் ஊடாக ஒரு பொருள் நகரும் போது அது பாய்மத்தைத் தன் பாதையிலிருந்து விலக்கித் தள்ளிக்கொண்டு செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. இது பொருளின் இயக்கத்திற்கு இடையூறு செய்கிறது. முன்னோக்கிப் பாயும் பொருள் பாய்மத்தின் மூலக் கூறுகளுடன் மோதும்போது அத்துக்கள் முடுக்கப் படுகின்றன. இதன் காரணமாகப் பின்னிழுப்பு விசை தோன்றும். அந்த விசை, பொருளின் இயக்கத்தை எதிர்த்தும். அதனால் பொருளின் இயக்க ஆற்றல் குறையும். இந்த இழுப்பு விசை பாய்ம ஊடகத்தின் அடர்த்தி ( $\rho$ ), பொருளின் புறப் பரப்பளவு, அதன் திசைவேகம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது. அதை  $D = Pd^2v^2K$  என்னும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம். இதில்  $d$  என்பது பொருளின் விட்டம்;  $v$  என்பது திசைவேகம்;  $K$  என்பது இழுப்புக் குணகம் எனப்படும் மாறிலி; இழுப்புக் குணகமே திசைவேகத்தின் சார்பு ஆகும். திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பு ஒலியின் திசைவேகத்தின் எண்மதிப்பை நெருங்கும்போது இழுப்புக் குணகம் வேகமாக மாறும்.  $D$ ,  $K$  ஆகிய இரண்டுமே பயணப் பாதையின் உயரத்தின் சார்புகள். ஏனெனில் உயரம் மிகும்போது காற்றின் அடர்த்தியும் வெப்பநிலையும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் குறைகின்றன. ஒலியின் திசைவேகம் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறும்.  $T$  என்னும் கெல்வின் வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகம்  $a$ ,  $T$ ,

என்னும் படித்தரக் கெல்வின் வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகம்  $a$ , எனில்  $a = a_0 \sqrt{T/T_0}$  சாதாரணமாக  $T_0$  என்பது  $15^\circ$  செல்சியசுக்குச் சமமாகக் கொள்ளப்படும். வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை மேலே செல்லச் செல்லக் குறையும்.

இழுப்பு விசை பொருளின் வெற்றிடப் பயணப் பாதையிலிருந்து வேறுபட்ட பயணப்பாதையை உண்டாக்குகிறது. அது வெற்றிடப் பயணப் பாதையை விடக் குறைந்த நெடுக்கமும், மிகுந்த தரையிறக்கக் கோணமும் பெற்றிருக்கும். வெப்பநிலையும் அடர்த்தியும் மாறுகிறபோது உண்டாகிற இழுப்புக் குணகங்களின் மதிப்புகள் பட்டறிவின் துணையால் கணக்கிடப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இழுப்பு விசைக்கு ஆட்பட்ட பொருளின் இயக்கச் சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு:

$$m(d^2x/dt^2) = -D\cos\theta; (md^2y/dt^2) = -D\sin\theta - mg$$

தொடக்க நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு;

$$x - \text{திசையில் தொடக்கத் திசைவேகம் } (dx/dt)_0 = v_0 \cos\theta_0$$

$$y - \text{திசையில் தொடக்கத் திசைவேகம் } (dy/dt)_0 = v_0 \sin\theta_0$$

இயக்கச் சமன்பாடுகளில் இழுப்புவிசை  $D$ , பயணப் பாதையின் திசையிலுள்ள திசைவேகத்தின் சார்பாக இருக்கிறது. அது  $x, y, t$  ஆகியவற்றின் ஒரு கூட்டுச் சார்பாக இருக்கும். எனவே இந்தச் சமன்பாடுகளை வழக்கமான முறைகளில் தொகையிட இயலாது. இதனால் தோராயமான எண்ணியல் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இழுப்புக் குணகத்துக்கும், ஒலியின் திசைவேகத்தின் தகவாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ள ஏவுப் பொருளின் திசைவேகத்துக் குமிடையில் ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது படம் 4இல் உள்ளதைப் போல் அமையும்.

முதல் உலகப் போருக்கு முன் ஏவுகணைகள் கிடைமட்டத்துக்கு  $15^\circ$  அல்லது  $20^\circ$ க்குக் குறைவான ஏவுகோணங்களில் சாய்ந்த திசைகளிலேயே வீசப்பட்டன. அப்போது பயணப் பாதைகளைக் கணக்கிடச் சியாச்சி (siacci) முறை பயன்பட்டது. முதல் உலகப் போரின்போது ஏவுகணைகள் மிகுந்த கோணங்களில் வீசப்பட்டன. அவற்றின் பயணப் பாதைகளைக் கணக்கிட எண்ணியல் தொகையீட்டுத் தத்துவங்களின் அடிப்படையில் அமைந்த பல புதிய முறைகள் உருவாக்கப்பட்டன. தேவையான முறை ஏவுபொருளின் திசைவேகம், பயணப்பாதையின் ஏற்றக் கோணம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஏவுப்பொருள் குறைந்த வேகத்தில், குறைந்த ஏவுகோணத்தில் பயணம் செய்து குறைந்த நெடுக்கத்தில் போய் விழுவதாயிருந்தால் வளிமண்டலத்தின் உராய்வுத் தடை விளைவுகளைப் புறக்கணித்துவிடலாம். இத்தகைய ஏவுகணைகள் நிறை மிக்கவையாக இருக்கும். அவற்றின் பயணப்பாதைகளைக் கணக்கிட முன்பு குறிப்பிட்ட வெற்றிடப் பயணப் பாதைச் சமன்பாடுகளே போதுமானவை.

ஏவுகோணம்  $20^\circ$ க்குக் குறைவாகவும், ஏவு திசை வேகம் நொடிக்கு ஏறத்தாழ 240 மீட்டருக்குக் குறைவாகவும் உள்ளபோது இழுப்பு விசை திசைவேகத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளதாகக் கருதலாம். இவ்வியக்கத்துக்கு டிடியன்-பெர்னோலி (Didion-Bernoulli) முறையைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். Sec  $\theta$  மீட்டி மாறிலியாக இருப்பதாக ஒரு தோராயக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்படுகிறது. தீர்வின் சில மாறுநிலையான இடங்களில் Sec  $\theta$  மாறிலியாக இருப்பதாகக் கொண்டு இயக்கச் சமன்பாடுகளில் உள்ள மாறிகள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கற்பிதம் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டதும் தீர்வு சரியானதாகிவிடும். நான்கு சார்பெண்களைச் சுற்றி எழுதப்படுகிற வாய்பாடுகளில் அந்தத் தீர்வு காணப்படும். இந்தச் சார்பெண்களும், Sec  $\theta$ வைக் குறிப்பிடுகிற மாறிலியின் தகுந்த மதிப்புகளும் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டு இயக்கச் சமன்பாடுகளின் தீர்வைக் குறிப்பிடுகிற வாய்பாடுகளுடன் இணைந்து குறைந்த வீச கோணமும் திசைவேகமும் கொண்ட பயணப்பாதைகளைக் கணக்கிட உதவுகின்றன.

சியாச்சி முறை துல்லியமானது. குறைந்த வீச கோணமும் உயர்ந்த திசைவேகமும் கொண்ட வீச பொருள்களின் பயணப் பாதை முழுவதிலும் வளிமண்டலத்தின் அடர்த்தி ஏறக்குறைய மாறாமலிருப்பதாகவும், வீசகோணம்  $15^\circ$ க்குக் குறைவாக இருப்பதாகவும் கருதப்படுகின்றன.  $t, x, y, \tan\theta$  ஆகியவற்றுக்கான வாய்பாடுகளின் பதங்களில் ஒரு தீர்வு கிடைக்கக்கூடிய வடிவத்தில் இயக்கச் சமன்பாடுகள் எழுதப்படுகின்றன. தீர்வில் பங்கு கொள்கிற சார்பெண்களுடன் இணைந்து இவ்வாய்பாடுகள் குறைந்த வீசகோணத்தில் வீசப்படுகிற பொருள்களின் பயணப் பாதைகளை அளிக்கும்.

ஆட்டோ-லார்டில்லான் (Otto-Lardillon) முறையில் குறைந்த திசைவேகமும் உயர்ந்த வீச கோணங்களும் கொண்ட வீச பொருள்களின் பயணப் பாதைகள்



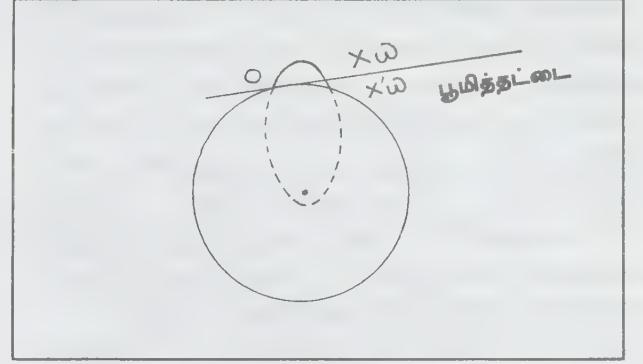
கணக்கிடப்படுகின்றன. திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்போது இழுப்பு விசை திசைவேகத்தின் இரு மடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். எண்ணியல் தொகையீடு மூலம் இயக்கச் சமன்பாடுகளின் துல்லியமான தீர்வுகள் பெறப்படுகின்றன.

உயர் திசைவேகத்தையும், வீசு கோணத்தையும் கொண்ட வீசுபொருள்களின் பயணப்பாதைகளைக் கணக்கிட மேற்கூறிய எந்த முறையும் பயன்படாது. உயர் வேகத்திலும் வீசு கோணத்திலும் இழுப்புவிசை, வளிமண்டல அடர்த்தி ஆகியவற்றில் சிக்கலான மாற்றங்கள் ஏற்படும். இழுப்பு விசை திசைவேகத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இராது. வானியலில் நீண்ட காலமாகப் பயன்பட்டு வருகிற தோராய எண்ணியல் தொகையீட்டு முறையை மௌல்ட்டான் (moulton) என்பாரும் அவருடைய ஆய்வர்களும் வீசு பொருளியல், கணக்குகளில் பயன்படுத்தி பயணப்பாதைகளுக்கான தீர்வுகளைக் கண்டுபிடித்தனர். இவ்வகைக் கணக்கீடுகளுக்குக் கணிப்பொறி பயன்படுகிறது. வளிமண்டலத்தில் ஏவூர்திகள் பழக்கத்துக்கு வந்தபிறகு எண்ணியல் தொகையீட்டு முறை மிகுதியாக மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

ஏவூர்திகளின் பயணப்பாதையைக் கணக்கிட முதலில் ஏவூர்தி (rocket) எரிந்து முடிந்த கணத்தில்  $x, y, dx/dt, dy/dt, \theta$  ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. அதன் பிறகு ஒரு கற்பிதமான பயணப்பாதையை உருவாக்கிக் கொண்டு பின்னோக்கிக் கணக்கிட்டுப் பயணத்தின் தொடக்கத்தில் இருக்கக்கூடிய ஆயம், திசைவேகம், வீசு கோணம் ஆகியவை கணக்கிடப்படுகின்றன. அதன்பிறகு மேற்சொன்ன ஐந்து முறைகளில் ஏதாவது ஒன்றைப் பயன்படுத்தி உண்மையான பயணப்பாதையைக் கணக்கிடலாம்.

புவி வளைவு விளைவு. இதுவரை புவியின் பரப்பு தட்டையாக இருப்பதாகவே கற்பிதம் செய்து கொண்டு பயணப்பாதைகளைப் பற்றி விவரிக்கப்பட்டன. எனவே புவியின் புவியீர்ப்பு விசை தொடக்கத்திலிருந்த திசையிலேயே பயணப்பாதை முழுதும் செயல்படுவதாகக் கருதப்பட்டது. ஏவுகணையின் நெடுக்கம் மிகுந்திருக்கும் போது இந்தக் கற்பிதங்கள் தவறாகி விடுகின்றன. ஆகவே புவியீர்ப்பு விசை உயரத்துடன் மாறுவதையும், அதன் திசை புவியின் மையத்தினை நோக்கியே இருப்பதாயும் கொள்ள வேண்டும். எனவே, முன்னேறிச் செல்லும்போது அதன் மேல் செயல்படுகிற புவியீர்ப்பு விசையின் திசையும் மாறும்.

அத்துடன் ஏவுகணை தரையில் இறங்கும் கோணம், புவியின் வளைவு காரணமாகக் குறையும். மேலும் ஏவுகணையின் நெடுக்கம் கூடும். ஏவுகணை தரையில் விழுகிற புள்ளியும் சற்று இறங்கிவிடுவதால் அதன் பயணப்பாதையின் நீளமும் சற்றுக் கூடுதலாகிறது. இந்த விளைவுகளுக்கான திருத்தங்களை வகையீட்டுத் திருத்த முறைகளில் கணக்கிட்டு விடலாம்.



படம் 2.

புவி சுழலாமல் நிலையாக இருப்பதாகக் கருதி ஓர் ஏவுகணையின் பயணப்பாதையைக் கணக்கிடலாம். புவியின் பரப்பிலிருந்து விலகிச் செல்கிற ஓர் ஏவுகணை புவியின் துணைக்கோணப் போல் பயணம் செய்யும். அதன் பயணப்பாதை ஒரு நீள்வட்டமாகும். அந்த நீள்வட்டம் புவியின் மையத்தைச் சுற்றி வரும்(படம். 2). நொடிக்கு ஏறத்தாழ 7500 மீ. என்னும் வேகத்திற்குக் குறைவான வேகத்துடன் ஏவப்படுகிற பொருள்களின் ஓடு பாதைகள் புவிப்பரப்புக்குக் குறுக்காக அமைந்து விடும். இத்தகைய பயணப்பாதைகளுக்கான இயக்கச் சமன்பாடுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் இழுப்பு விசையும், வளிமண்டல அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாற்றங்களும் சிக்கல்களை தோற்றுவிக்கின்றன.

புவிச் சுழற்சியின் விளைவு. ஓர் ஏவுகணை பீரங்கியின் வாயிலிருந்து வெளிப்பட்டதும், ஓர் ஏவூர்தி அதன் ஏவு மேடையை விட்டுக் கிளம்பியதும், புவியின் சுழற்சி விளைவிலிருந்து விடுதலை பெற்றுத் தன்னிச்சையாகி விடும். அவற்றின் தொடக்க திசைவேகத்தில் அவை தரைப்பரப்பிலிருந்து நீங்கிய கணத்தில் இருந்த தரைப்பரப்பின் திசைவேகமும் ஓர் ஆக்கக்கூறாக அமையும். இதன் காரணமாக ஏவுகணை தரையிறங்கும்போது அது இறங்க வேண்டிய புள்ளி அதிகமாகிறது. அவ்வாறு தள்ளிப்போகும்

தொலைவு பயணப்பாதையில் திசை, உயரம், நெடுக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும். இதனைக் கோரியாலிஸ் விளைவு (coriolis effect) என்பர். இதன் காரணமாக ஏற்படும் பிழைகளுக்குத் தக்க திருத்தங்களைக் காணும் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வானில் பறக்கும் ஏவுகணையை நிலைப்படுத்த ஒரு தற்குழற்சியை உண்டாக்க வேண்டும். இதன் காரணமாக ஏவுகணை தன் உடலைப் பயணப்பாதைக்கு இணையாக இலக்கும்படிச் செய்கிறது. இதனால் இழுப்பு விசை குறைக்கப் படும். ஆனால் இத்தகைய தற்குழற்சியின் காரணமாக ஏவுகணையின் அச்ச ஒரு வகை அச்ச சுழற்சிக்கு உள்ளாகும். ஏவுகணையின் மூக்கு ஓர் உருளைச் சுருளை ஒத்த பாதையில் நகரும். இத்தகைய இயக்கங்கள் பயணப் பாதைக் கணக்குகளில் முன்பின் சாய்வுகளை நுழைத்துவிடுகின்றன. உயர்ந்த ஏவுகோணங்களில் ஏவப்படுகிற ஏவுகணைகளில் தற்குழற்சியும் ஏற்பட்டுவிட்டால் அவை மீண்டும் தரையில் விழும்போது ஏறக்குறைய செங்குத்தாக இறங்கும்.

கே.என். இராமச்சந்திரன்

## புறத்தோல் அழற்சி

சத்துக்குறைவால் உண்டாகும் நோய்களில் புறத்தோல் அழற்சியும் (acrodermatitis) ஒன்றாகும். உலகின் பல பகுதிகளில் பெரும்பாலான மக்கள் உணவுப் பற்றாக்குறை நோயால் துன்பப்படுகின்றனர். இந்நோய் அரிய நோயாகும். குழந்தைப் பருவத்தில் தொடங்கும் இந்நோயில் முகம், கை, கால், இத்ததைச் சுற்றிய பகுதி ஆகியவற்றில் சீழ்க் கொப்புளங்கள் தோன்றுகின்றன. வயிற்றுப்போக்கும், வழுக்கையும் விரைவில் உண்டாகிறது. குன்றிய மன, உடல் வளர்ச்சியும் ஏற்படுகிறது. துத்தநாகம் உணவில் குறைவாக உள்ளமையால் இந்நோய் உண்டாவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. எனவே, துத்தநாக சல்ஃபேட் நாள்தோறும் 100 - 200 மி.கி. அளவில் மூன்றுவேளை நாட்படக் கொடுத்தால் நல்ல பலன் விளைகிறது.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். John N. Walton, *Brains Diseases of the Nervous System*, Eighth Edition, Oxford University Press, Bombay, 1977.

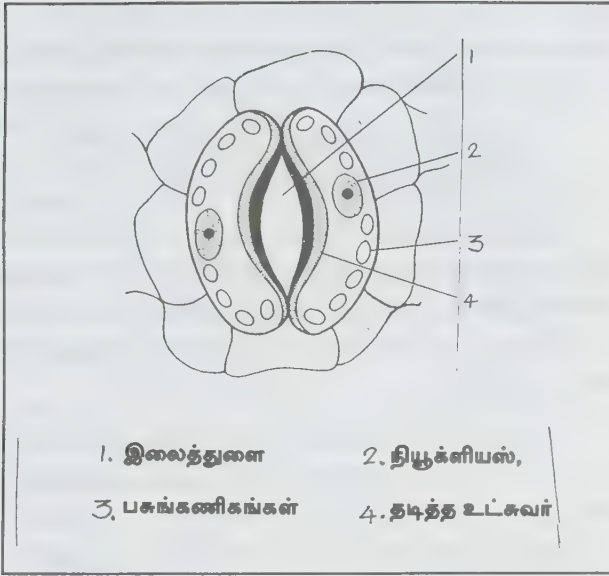
## புறத்தோல் துளை

இலைகளின் பரப்பில் காணப்படும் மிக நுண்ணிய துளைகளே இலைத்துளைகள் (stomata) எனப்படும். ஒவ்வோர் இனத் தாவரங்களிலும் இதன் எண்ணிக்கை மாறுபடுகின்றன. 1 ச.செ.மீட்டரில் 1000 - 80000 இலைத் துளைகள் உள்ளன. இவற்றின் அமைப்பு, இயக்கம் ஆகியன இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. இலைகளின் அடிப்புறத் தோலில் பெரும் எண்ணிக்கையிலும் சில இனங்களில் இலைகளின் இரு புறங்களிலும் இவை பரவியுள்ளன. சில நீர்த்தாவரங்களிலும், அனைத்து ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்கள் மற்றும் ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களிலும் இலைத்துளைகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் இயக்கம் சைக்கேட் லிவர்வோர்ட்ஸ்மாஸ் போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. எனவே இலைத்துளைகள் பல தாவர இனங்களில் பரவியுள்ளன எனக் கருதலாம். மானோட்ரோபா என்னும் தாவரத்தின் வேர்களிலும் மேலே படரக்கூடிய பச்சையமில்லாத தாவரப் பகுதிகளிலும் இவை காணப்படுவதில்லை. ஆனால் பச்சை நிறம் தவிர ஏனைய நிறமுடைய பூவிதழ்களில் இலைத்துளைகள் உள்ளன. பாசி பூசணத் தாவரங்களில் இவை காணப்படுவதில்லை. வறட்சித் தாவரங்களில் இலைத்துளைகள் ஆழமான பள்ளங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை இலைத்துளைகள் (sunken stomata) என்று குறிக்கப்படுகின்றன.

அமைப்பு. இலைத்துளை, இரண்டு பிறைவடிவச் செல்களால் சூழப்பட்டுள்ளது. இச்செல்கள் காப்புச் செல்கள் (guard cells) எனப்படுகின்றன. இலைத்துளை என்பது துளையை மட்டும் குறிப்பிடாமல் இந்த இரண்டு காப்புச் செல்களையும் சேர்த்துக் குறிக்கிறது. இச்செல்களில் மற்றச் செல்களில் காணப்படும் உயிரிப் பொருள்களும் பசுங்கணிகங்களும் (chloroplast) காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவை மற்றப் புறணிச் செல்களில் காணப்படுவதில்லை. காப்புச் செல்களின் உட்சுவர் தடித்தும் புறச்சுவர் மெலிந்தும் உள்ளன. இந்தத் தடித்த உட்சுவர் இலைத்துளையின் வழியைப் பாதுகாக்கிறது.

இலைத்துளையின் செயல்பாடு. பொதுவாக இலைத்துளைகள் இரவு நேரங்களில் மூடிக்கொள்கின்றன. ஆனால் பகல் நேரங்களில் அதாவது சூரிய வெளிச்சத்தில் திறந்திருக்கின்றன. பகல் நேரங்களில் உயர் வெப்பத்தினால் காற்றிலுள்ள ஈரப்பதம் குறைவதாலும், நிலத்திலுள்ள நீர் அளவு குறைவதாலும் தாவர இலைப்பரப்பிலிருந்து இலைத்துளை வழியாக நீராவிப் போக்கு நடைபெறுகிறது.





இதனால் ஏற்படும் தீங்கினால் இலைத்துளைகள் மூடிக் கொள்ளலாம். சூரிய ஒளியின் செறிவு மிகுதி அல்லது குறைவு ஆகியவற்றால் இலைத்துளைகள் திறந்திருக்கும் அளவு வேறுபடுகிறது. இலைத்துளைகளில் காணப்படும் காப்புச் செல்களில் நீர் நிறைந்து விறைப்பு (turgidity) மிகும்போது அவை அகன்று வெளிப்புறமாக உப்பிக் கொள்ளும். அப்போது இலைத்துளைத் திறந்து கொள்கின்றன. காப்புச் செல்களில் நீர் குறைவதால் செல்கள் தளர்ச்சியடைகின்றன. இதனால் இலைத்துளை மூடிக் கொள்கிறது. இலைத்துளையின் வழியாக வளிமண்டலத்தி் லிருந்து இலைக்கும், இலையிலிருந்து வளிமண்டலத்திற்கும் வளிமப் பரிமாற்றம் (gas exchange) நடைபெறுகிறது. சுவாசித்தலுக்குத் தேவையான ஆக்சிஜனும், ஒளிச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான கார்பன் டைஆக்சைடும் இலைத்துளைகள் வழியாகவே செல்கின்றன. இலைத்துளைகள் வளிம பரிமாற்றத்திற்குத் தகுந்தவாறு உட்புறத்தில் நுண் காற்றறைகளைக் கொண்டுள்ளன. புறணியிலுள்ள செல்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி வழியாக வளிமங்கள் சென்றுவிடுகின்றன. நீராவிப் போக்கும் இலைத்துளை வழியே நடைபெறுகிறது.

இலைத்துளை நீராவிப்போக்கு, தாவரத்திலுள்ள நீர் அனைத்து வெப்பநிலையிலும் ஆவியாகிறது. குறிப்பாக இத்துளை வழியாக நீராவிவாதால் இது இலைத்துளை நீராவிப் போக்கு (stomatal transpiration) எனப்படுகிறது. பசல் நேரங்களில் இலைத்துளைகள் திறந்திருப்பதால் அதிக

அளவில் நீராவிப் போக்கு நடைபெறுகிறது. ஆனால் இரவு நேரங்களில் இலைத்துளைகள் மூடியிருப்பதால் நீராவிப் போக்கு நடைபெறுவதால் சுற்றியிருக்கும் காற்றின் ஈரப்பதத்தை மாற்றுகிறது. எனவே தழைகள் மிகுந்த மரங்களுக்கு அடியில் காற்று குளர்ச்சியாகவும் ஈரமாகவும் இருக்கிறது. இந்த நீராவிப்போக்கின் மூலம் தாவரத்திலுள்ள 90% நீர் ஆவியாகிறது. மேலும் இலைத்துளை, தாவர இலை, புறத்தோல் ஆகியவற்றில் காணப்படுவதால் நீராவிப்போக்கின் விகிதமும் அதிகமாகிறது.

இலைத்துளை வகை. தாவரங்களில் இலைத்துளைகள் அமைந்திருக்கும் இடம், பரவல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஐ வகையாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆப்பிள் மற்றும் மல்பெர்ரி வகை. இவ்வகையில் இலைத்துளைகள் இலையின் அடிப்புறத் தோலில் மட்டும் அமைந்திருக்கின்றன.

உருளை அல்லது அவரை வகை. இவ்வகையில் இலையின் அடிப்புறத் தோலில் இலைத்துளைகள் கூடுதல் எண்ணிக்கையிலும் மேற்புறத்தோலில் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் உள்ளன.

ஓட் அல்லது பட்டாணி வகை. இதில் இலைத்துளைகள் இலையின் இரு புறத்திலும் சம அளவில் காணப்படுகின்றன.

நீர்த்தாமரை வகை. இதில் இலைத்துளைகள் இலையின் மேற்பரப்பில் மட்டும் பரவியிருக்கின்றன.

பொடமோஜிடான் வகை. இவ்வகையில் பொதுவாக இலைத்துளைகள் காணப்படுவதில்லை. எனினும் சில இருப்பின் அவை செயலற்றவையாக விளங்குகின்றன.

காப்புச் செல்களுடன் இணைந்து சில புறத்தோல் செல்கள் காணப்படும். இவற்றிற்குத் துணைச் செல்கள் (subsidiary cells) எனப் பெயர். இச்செல்களின் வடிவத்தையும் அளவையும் பொறுத்து இரட்டை விதையிலைத் தாவரங்களில் இலைத்துளையை நால் வகையாக்கலாம்.

ரனன்குலேசியஸ் அல்லது அனமோசைடிக் வகை. இவ்வகையில் துணைச் செல்கள் காப்புச் செல்களை சூழ்ந்துள்ளன. இச்செல்கள் மற்றப் புறத்தோல் செல்கள் போன்று சம வடிவத்தையும், அளவையும் பெற்றுள்ளன. பொதுவாக இவ்வகைத் துணைச் செல்கள் ரனன்குலேசி, மால்வேசி, பாபவரேசி, குருப்பிடேசி, ஸ்காப்புலசியேசி,

ஜெரானேசி, கப்பாரிடேசி, டாமரிகேசியே போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

குருசிபெஃபாஸ் அல்லது அனிகோசைடிக் வகை. இவ்வகையில் காப்புச் செல்களை மூன்று துணைச் செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன. இச்செல்கள் யாவும் சமமற்றும் ஏனைய புறத்தோல் செல்களிலிருந்து வேறுபட்டுமுள்ளன. இம்மூன்று செல்களில் ஒரு செல் ஏனைய இரு செல்களை விடச் சிறியது. இவ்வகை குருசிபெரே, சொலானம், நிகோடியானா, சீடம் போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

ரூபியேசியஸ் அல்லது பாரசைடிக் வகை. இவ்வகையில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட துணைச் செல்கள், காப்புச் செல்களைச் சூழ்ந்துள்ளன. இவை இலைத் துளைக்கும் காப்புச் செல்களுக்கும் நீள வாக்கில் இணையாக அமைந்துள்ளன. இவ்வகை ரூபியேசியே, மாக்னோலியேசியே, பாலியோனேசியே போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

கேரியோபில்லேசியஸ் அல்லது டையாசைடிக் வகை. இவ்வகையில் நீளவாக்கில் அமைந்துள்ள இரண்டு காப்புச் செல்களைக் குறுக்காக இரண்டு துணைச் செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன.

இவ்வகை கேரியோபில்லேசி, அகன்தேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

ஒருவித்திலைத் தாவரத்தின் இலைத்துளை வகை. ஸ்டெப்பின்ஸ், குஷ் என்போர் ஒருவித்திலைத் தாவரத்தில் இலைத்துளைகளை நால்வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

வகை ஒன்று. இவ்வகையில் காப்புச் செல்களை 4-6 துணைச் செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன. இவ்வகை ஜின்ஜிபெரேசி, கேனேசி, மியுசேசி, ஸ்டெர்லிச்சி, காம்மெலினேசி, ஏரேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

வகை இரண்டு. இவ்வகையில் காப்புச் செல்களை 4 - 6 துணைச் செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன. இரண்டு செல்கள், காப்புச் செல்களின் முனைகளில் காணப்படுகின்றன. இச் செல்கள் மற்றச் செல்களைவிட ஏறக்குறைய வட்டவடிவத்துடன் உள்ளன. இவ்வகை பால்மேபான்டனேசி, சைக்லேன்டேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

வகை மூன்று. இவ்வகையில் காப்புச் செல்களைப் பக்கவாட்டில் இரண்டு துணைச் செல்கள் சூழ்ந்துள்ளன. இவ்வகை கிராமினி சைபிரேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

வகை நான்கு. இவ்வகையில் காப்புச் செல்களுடன் துணைச் செல்கள் இணையாக இல்லை. இவ்வகை லிவியேசி, அமரில்லிடேசி, இரிடேசி, ஆர்சிடேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

## திசு இயக்கத்தின் அடிப்படையில் இலைத்துளையின் வகைப்பாடு

ஆல்ஃபால்ஃபா வகை. இவ்வகையில் இலைத்துளைகள் பகல் முழுதும் திறந்தும் இரவில் மூடியும் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை மென்மையான இலையைக் கொண்டுள்ள பட்டாணி அவரை போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

உருளை வகை. இவ்வகையில் இலைத்துளைகள் பகலிலும், இரவிலும் திறந்திருக்கும். ஆனால் சூரிய ஒளி மறைந்த சிலமணி நேரங்களில் மூடியிருக்கும். இவ்வகை முட்டைக்கோஸ், பரங்கி, வெங்காயம் போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

பார்லி வகை. இவ்வகையில் இலைத்துளைகள் இரவு முழுதும் மூடியிருக்கின்றன. பகலில் சில மணி நேரம் மட்டும் திறந்திருக்கின்றன. தானியங்களாகிய பார்லி, சோளம், கோதுமை போன்ற தாவரங்களில் இவ்வகை காணப்படுகிறது.

ஈக்யுசிடம் வகை. ஈக்யுசிடம் தாவரம், இரவிலும் பகலிலும் திறந்திருக்கும்.

சுற்றுப்புறக் காரணிகள். சூரிய ஒளி, நீர், காற்பன் டைஆக்சைடு அடர்த்தி, வெப்பம் ஆகிய சுற்றுப்புறக் காரணிகள் இலைத்துளைத் திறப்பிலும், மூடலிலும் இன்றியமையாதவையாகின்றன.

இரா. துரை

## புற நரம்பு நச்சு

சில மருந்துகள் புற நரம்புகளை தாக்கிச் செயலிழப்பை உண்டாக்குகின்றன. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை ஆர்செனிக், ஈயம், ஐ.என்.ஹெச். ஹைட்ரலசின், நைட்ரோபுராண்டாயின், கோலிஸ்டின், குளோரோகுயின், வின்கிரிஸ்டிசின் என்பன.

ஆர்செனிக் நச்சு விளைவின்போது கை, கால் எரிச்சல், தசைத் தளர்வு, உணர்வு (தொடு வலி, தட்பவெப்பம்) மரத்துப் போதல், கைகால் உறை உணர்வழிப்பு (stocking and glove anaesthesia) போன்றவை உண்டாகின்றன.



இதனால் நடக்கவோ, நிற்கவோ, ஒரு பொருளை தூக்கவோ இயலாமை நிலை. மணிக்கட்டுத் தொங்கல் (wrist drop) உண்டாகிறது. தசை நாண் அனிச்சைகள் மறைந்து விடுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட தசைகள் சும்பிவிடுகின்றன. ஆர்செனிக் அளவு மிகுதியாகிவிட்டதை அறிய ஆர்செனிக்கின் அளவை அறிய வேண்டும். பொதுவாக மனித முடியில் 0.05 மி.கி./100 மி.கி. முடி என்ற அளவில் ஆர்செனிக் காணப்படுகிறது. இந்த அளவு 0.1 மி.கிராமுக்கு மேல் இருந்தால் நச்சு விளைவு எனக் கொள்ளலாம்.

ஈய நச்சு விளைவில் கை, கால் வலிமையின்மை, தொங்கு பாதம், தொங்கு மணிக்கட்டு ஆகியவை தோன்றுகின்றன. ஒரு 1 லி. சிறுநீரில் 0.2 மி. கிராமுக்கு மிகையாக ஈயம் இருந்தால், ஈய நச்சாகக் கொள்ளலாம். பெரும்பாலும் கைகளே பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆரை (radial) நரம்புகள் பெரும்பாலும் பாதிக்கப்பட்டு மணிக்கட்டுத் தொங்கல் நிகழ்கிறது. உணர்வுகள் பாதிக்கப் படுவதில்லை. அரிதாகத் தோள்பட்டைத் தசைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. தொங்குபாதமும் ஏற்படலாம்.

தைட்டரோபுராண்டாயின் மருந்து மிகையானபோது கைகால்களில் பல நரம்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் கைகால் தசைகள் பாதிக்கப்பட்டு அவை சும்பிச் செயலிழக்கின்றன. பல நச்சு மருந்துகள் புற நரம்புகளை இவ்வாறு பாதிக்கின்றன. புற நரம்புகள் உணர்வு நரம்புகளாக அல்லது இயக்க நரம்புகளாக மட்டுமோ இரண்டும் கலந்த வகையாகவோ இருக்கலாம். அவற்றின் தன்மையைப் பொறுத்து நச்சுக்குறிகள் வெளிப்படுகின்றன.

உணர்வுக் கோளாறு, அவ்வப் பகுதியிலேயே தொடங்குகிறது. கை, கால் விரல்களில் ஊசியும், கத்தியும் குத்துவது போன்ற உணர்வு ஏற்படுகிறது. கை, கால் எரிச்சலுடன் வலியும் உண்டாகிறது. நரம்புகளில் தொடுவலியும், காணப்படுகிறது. இத்தகைய உணர்வு விரைவில் உடல் முழுவதும் பரவுகிறது. இவ்வகையான பாதிப்பு, உணர்வு, நரம்புகளில் பருமனைப் பொறுத்துள்ளது. மூன்றாம் வகை உணர்வு நரம்புகளும் (விட்டம் 5μ) இரண்டாம் வகை உணர்வு நரம்புகளும் (5 - 15 μவிட்டம்) முதலில் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் வலி மற்றும் தொடு அழுத்தம் தட்பவெப்பம் ஆகிய உணர்வுகள் இவ்வரிசையிலேயே பாதிக்கப்படுகின்றன. முதல் வகை உணர்வு நரம்புகள் (15 - 25 μவிட்டம்) பாதிக்கப்பட்டால் விண்வெளி உணர்வு, மூட்டு, இசைக் கவடு உணர்வு பாதிக்கப்பட்டுத் தடுமாற்ற தடை உண்டாகிறது.

இயக்க நரம்பு, பாதிக்கப்படும் போது தசை வலியின்மை, தசை நாண் அனிச்சை இழப்பு, தசைத் தோய்வு ஏற்பட்டுத் தொங்கு பாதம், தொங்கு மணிக்கட்டு ஆகியன உண்டாகின்றன. நச்சுப் பொருள் நரம்பு பாதிப்பில் உரிய கவனம் தேவை. ஏனெனில் மேற்கூறிய நச்சுப் பொருள்கள் தவிர பின்வரும் நோய்களும் புற நரம்புகளைப் பாதிக்கலாம். அவை ரெஃப்சன் நோயியம், யூரிய மிகைக் குருதி, பெரிபெரி, வைட்டமின் B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> குறைபாடு, நீரிழிவு நோய், கல்லீரல் நோய் ஆகியன.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். K.S. Mani, *API Text book of Medicine*, Third Edn., Vol.11., API Publishers, Bombay, 1979

## புற நரம்பு மண்டலம்

நரம்பு மண்டலத்தை மைய நரம்பு மண்டலம், புற நரம்பு மண்டலம் என இரு பிரிவாகப் பிரிக்கலாம். புற நரம்பு மண்டலத்தில் கபால நரம்புகளும், தண்டுவட நரம்புகளும் அதைச் சார்ந்த நரம்புத் திரள்களும் அடங்கும். கபால மற்றும் தண்டுவட நரம்புகள் கபில-வெள்ளை வண்ணக் கயிறுகள் போன்று தோன்றும். இவற்றில் கொத்தாக நரம்பு இழைகளும், இணைப்புத் திசுக்களும் காணப்படுகின்றன.

கபால நரம்புகள் 12 இணை நரம்புகளாகும். அவை: நுகர் நரம்பு, பார்வை நரம்பு, கண் தசை இயக்க நரம்பு, கப்பி நரம்பு, முப்பிரிவு நரம்பு, நடுவிலக்கும் நரம்பு, முக நரம்பு, செவிப்புலன் நரம்பு, நாக்கு மேற்கொண்டை நரம்பு, வேகஸ் நரம்பு, துணை நரம்பு, நாக்கு அடி நரம்பு இவை அனைத்தும் மூளையில் தொடங்கிக் கபால எலும்பு, அடித்தளத்தின் துளைகள் வழியாக வெளிவந்து, உரிய உறுப்புகளுக்கு நரம்பூட்டம் அளிக்கின்றன.

தண்டு வட நரம்புகள் 31 இணை நரம்புகளாகும். அவை, கழுத்து இணை 8; மார்பு 12; கீழ் முதுகு 5; திரிகம் 5; வால் 1; கழுத்து முள்ளெலும்புகள் 7 இருப்பினும் தண்டு வட நரம்புகள் 8 இணைகளாகும். இதேபோல் வால் முள்ளெலும்புகள் 4 இருந்த போதிலும் வால் தண்டு நரம்பு 1 இணையே. ஒவ்வொரு தண்டுவட நரம்பும், தண்டு வடத்துடன் முன்புறக்கிளை, பின்புறக்கிளை என இரண்டு கிளைகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முன்புறக்கிளை மைய நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து நரம்பு உததல்களை எடுத்துச் செல்வதால் அவற்றை இயக்க நரம்பு அல்லது வெளியேறும்

நரம்பு (efferent nerve) எனலாம். ஏனெனில் இவை எலும்பு தசைகளுக்குச் சென்று அவற்றை இயக்குகின்றன.

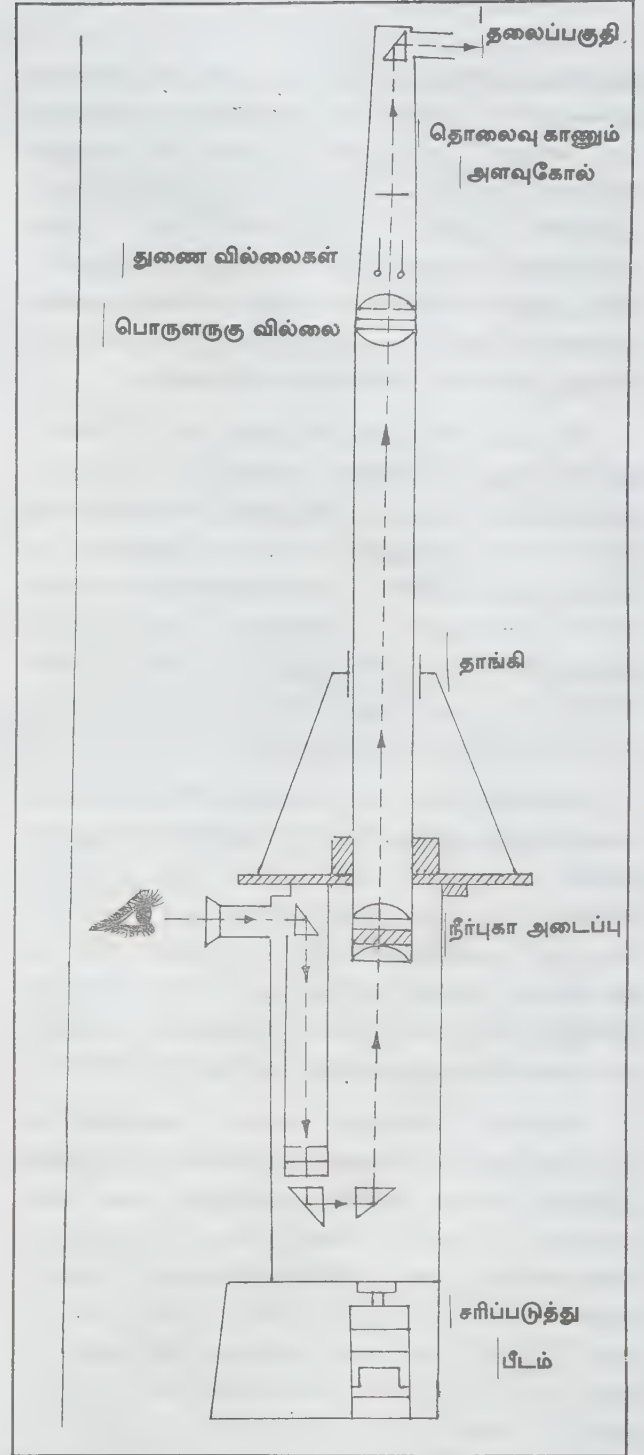
பின்புறக் கிளையில் உணர்வு நரம்புகள் அல்லது உட்செல்லும் நரம்புகள் (afferent nerve) உள்ளன. புறத் திசுக்களிலிருந்து நரம்பு உந்தல்களை மைய நரம்பு மண்டலத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதால் அவற்றை உணர்வு நரம்பு அல்லது உட்செல்லும் நரம்பு எனலாம். இவற்றின் வழியாகத் தொடு உணர்வு மற்றும் வலி, தட்பவெப்பம், இசைக் கவடு அதிர்வு ஆகிய உணர்வுகள் கடத்தப் படுகின்றன. மேற்கூறிய இரண்டு கிளைகளும் ஒன்று சேர்ந்து, தண்டுவட நரம்பாகிறது. ஆகவே தண்டுவட நரம்பில் உணர்வு இழைகளும், இயக்க இழைகளும் காணப்படுகின்றன. இது முள்ளெலும்பிடைத் துளை வழியாக வெளிவந்தவுடன் முன்கிளை, பின்கிளை என இரண்டாகப் பிரிகிறது. பின்கிளை, முதுகின் தசைகளுக்கும் தோலுக்கும் நரம்பூட்டம் அளிக்கிறது. முன்கிளை, கை கால் மற்றும் முன்புறப் பக்க உடல் சுவர் ஆகியவற்றின் தசை, தோல் ஆகியவற்றிற்கு நரம்பூட்டம் அளிக்கிறது.

முன்கிளைகள் ஒன்றோடு ஒன்றாக இணைந்து நரம்புப் பிணையங்களை (plexus) உண்டாக்குகின்றன. அவை கழுத்து, கை, கீழ் முதுகு, திரிகம் ஆகிய நரம்புப் பிணையங்கள் (cervical, brachial, lumbar, sacral plexus) ஆகும். நரம்புத் திரள்கள் (ganglia) பின்வருமாறு பிரிக்கப்படுகின்றன. தண்டுவட நரம்புகளின் உணர்வு நரம்புத்திரள், கபால நரம்புகளின் நரம்புத்திரள், தானியக்க நரம்புத்திரள்.

ஐந்தாம், ஏழாம், ஒன்பதாம், பத்தாம் கபாலத்தானியக்க நரம்புமண்டலத்தைச் சார்ந்த நரம்புத் திரள்கள் பரிவு நரம்பு மண்டலச் சங்கிலிகளின் அருகில் முள்ளெலும்புத் தண்டை ஒட்டிக் காணப்படுகின்றன.

அ. சுதிரேசன்

துணைநூல். RKhard S.Snell, *Clinical neuro anatomy*, Little Brown&Co., Boston, 1980.



புறநோக்கி (Periscope)

(compound lens) அடங்கியுள்ளன. இவற்றின் உதவியால் நீர் மூழ்கி நீர்ப் பரப்புக்குக் கீழே மறைந்து நிற்கும் நிலையில்

## புற நோக்கி

நவீன நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களில் புறநோக்கி (periscope) ஓர் இன்றியமையாத கருவியாகும். சிக்கல் மிகுந்த ஒளியியல் கருவியான இதில் பல பட்டகங்களும் கூட்டு வில்லைகளும்



வெளியிலுள்ள அடிவானத்தளத்திலுள்ள காட்சிகளைக் காணமுடியும்.

ஒரு மாதிரித் தனமான புறநோக்கி ஏறத்தாழ 40 அடி நீளமுள்ளது. செருகு குழாய் அமைப்பின் உதவியால் அதை உயர்த்தவும் இறக்கவும் முடியும். அதன் தலைப் பகுதி சாய்க்கக்கூடியதாயிருப்பதால் அடிவானத் தளத்தை மட்டுமின்றி வானத்தின் பிற பகுதிகளையும் வலவர் நோட்டமிட முடியும். கப்பலின் குறுக்குச் சாய்வு அல்லது நெடுக்குச் சாய்வுக்கு ஏற்றவாறு திருத்தம் செய்து கொள்ளவும் சாய்க்கக் கூடிய தலைப்பகுதி உதவுகிறது. அதனுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கிற ஒரு கோண அளவி (sextant) கருவியின் உதவியால் கப்பலோட்டத் தேவையான விண்மீன் நிலைக் கூறுகளையும் அளவிட முடியும். புறநோக்கியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிற அளவு கோல்களைக் கொண்டு காட்சிப் புலத்தில் தெரிகிற பொருள்களின் தொலைவையும், பரிமாணத்தையும் மதிப்பிடலாம். பொதுவாக நீர்மூழ்கிகளில் குறைந்த திறனுள்ள ஒன்றும் உயர் திறனுள்ள ஒன்றுமாக இரண்டு புற நோக்கிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். குறைந்த திறனுள்ள புறநோக்கி போர்த்தாக்குதல்களின் இறுதிக் கட்டங்களில் நெருங்கி சென்று தாக்குவதற்கு பயன்படும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

## புறப்படல விளைவு

ஒரு விரைந்து திசை மாறும் மின்னோட்டம் மின் கடத்து பொருளின் உட்பகுதிகளுக்குள் நீண்ட தொலைவு பரவாமல் புறப்பரப்பிலுள்ள ஒரு மெல்லிய படலத்துக்குள்ளேயே அடங்கிவிடுகிறது. இவ்விளைவுக்குப் புறப்படல விளைவு (skin effect) என்று பெயர். மின் கடத்திகளில் மாறு மின்னோட்டங்களுக்குத் தோன்றும் மின்தடை, நேர் மின்னோட்டத்திற்குத் தோன்றுவதைவிட மிகுந்துள்ளது. ஒரு மின்கடத்தியில் நேர் மின்னோட்டம் செல்லும்போது அது கடத்தியின் குறுக்குப் பரப்பில் சீராகப் பரவிவிடுகிறது. ஆனால் திசை மாறு மின்னோட்டம் செல்லும்போது அதன் பெரும்பகுதி புறப்பரப்புப் படலங்களின் ஊடாக மட்டுமே பாய்கிறது. ஒருமாறு மின்னோட்டம் ஒரு மின் கடத்தியின் வழியாகப் பாயும்போது கடத்தியின் உட்பகுதிகளிலுள்ள பாயம் மாறும். கடத்தியின் உட்பகுதிகளிலுள்ள மின் தூண்டல் (inductance) வெளிப்பகுதிகளில் இருப்பதைவிடக்

கூடுதலாக இருக்கும். மையப் பகுதியில் பாய இணைப்புகளின் (flux linkage) எண்ணிக்கை மிகுந்துள்ள மையே இதற்குக் காரணம். மாறு மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் மிகும்போது மின் தூண்டல் மேலும் உயர்கிறது. அதனால் மையப் பகுதிகளின் வழியாக மின்னோட்டம் பாய்வது தடுக்கப்படுகிறது. புறப் பரப்புப் படலங்களிலுள்ள மின் தூண்டல் குறைவாக உள்ளமையால் பெரும்பாலான மின்னோட்டம் புறப்பரப்பின் ஊடாகவே பாய்ந்துவிடுகிறது. ரேடியோ அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் கடத்தியின் உட்பகுதியின் மின்தடை மிக அதிகமாயிருப்பதால் அந்நெடுக்கத்தில் உள்ள அதிர்வெண்கள் கொண்ட மின்னோட்டம் கடத்தியின் புறப்பரப்பிலேயே பாயும்.

புறப்படல விளைவால் உயர் அதிர்வெண் மாறுமின்னோட்டம் கடத்தியின் வெளிப்புறமாக உள்ள மெல்லிய படலத்திலேயே அடங்கிவிடுகிறது. கடத்தியில் நேர் மின்னோட்டம் பாயும்போது அதன் குறுக்குப் பரப்பிலுள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் அலகு பரப்பிற்கான மின்னோட்டம் (மின்னோட்ட அடர்த்தி) சமமாக இருக்கும். ஆனால் மாறு மின்னோட்டம் பாயும்போது மின்னோட்ட அடர்த்தி புறப்படலங்களில் மிகுந்தும் மையப் பகுதிகளில் குறைந்தும் இருக்கும். மாறு மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் அதிகரிக்கும்போது இந்தச் சீரற்ற தன்மை கூடுகிறது. குறைந்த அதிர்வெண்களில் இந்தப் புறப்படல விளைவு ஓரளவே காணப்படும். ஆனால் கடத்திப் பொருளுக்குள் மின்னோட்டத்தின் அலை நீளம் கடத்தியின் பரிமாணங்களுக்குச் சமமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கும் வகையில் அமைந்த அதிர்வெண்களுக்கு முழு மின்னோட்டமும் புறப்பரப்பில் மட்டுமே பாயும்.

புறப்படல விளைவு என்பது கடத்திக்குள் தாமாகவே தூண்டப்படுகிற மின்னியக்கு விசைகளின் காரணமாக உண்டாவதாகும். மின் கடத்தியின் உட்பகுதியில் வெவ்வேறு பாதைகளில் இம்மின்னியக்கு விசைகள் வெவ்வேறாக இருக்கும். அதிர்வெண் கூடும்போது மின்னியக்கு விசைகளும் உயர்கின்றன. ஏனெனில் அவை பாய மாற்ற வீதத்தைப் (rate of change of flux) பொறுத்திருப்பவை. சிறும அளவுப் பாயத்தை இணைக்கிற பாதைகளுக்கு மின்னியக்கு விசைகளும் சிறுமமாக இருக்கும். அதிர்வெண் மிகும்போது உள்ளிட இணைப்புகள் குறைகின்றன. வரம்பிலியான அதிர்வெண்ணுக்கு உள்ளிட இணைப்புகளே இரா. இந்திலையில் புறப்படல விளைவு முழுமை பெற்றுவிட்டதாகச் சொல்லப்படும். புறப்படல விளைவு காரணமாகக் கடத்தியின் பயனுறு குறுக்குப் பரப்பு

குறைத்துவிடுவதன் காரணமாகவே தேர்மின்னோட்டத்தை விட மாறு மின்னோட்டத்துக்கு மின் தடை கூடுதலாக உள்ளது. இதே காரணத்தினாலேயே அதிர்வெண் உயரும்போது மின்தடையும் கூடுகிறது.

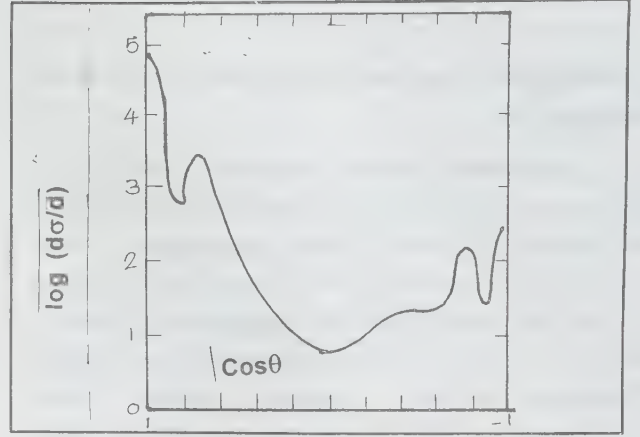
கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Brijlal, Subrahmanyam, A Text Book of Electricity and Magnetism, Ratam Prakashan Mandir, Delhi, 1983.

## புறப்படிமங்கள்

வெவ்வேறு திறை மைய அமைப்பு ஆற்றல்களில் ஹேட்ரான் - ஹேட்ரான் மோதல்கள் பல வடிவங்கள் மூலமாக உருவெடுக்கின்றன. 2 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் என்னும் அளவுக்கும் குறைவான சிறிய அளவு ஆற்றலில் மீள் தன்மையுள்ள சிதறல் மிகப் பரவலாக ஏற்படும். அயல் தன்மையான குவாண்டம் எண்கள் கொண்ட துகள்களின் கூட்டணிகளைத் தவிர்த்து மற்றவற்றிற்கு ஒத்ததிர்வு சிதறல் ஏற்படுவதே மரபு. ஏறத்தாழ 2 கி.எ.வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட திறை மைய அமைப்பு ஆற்றல்களில் மீள் தன்மையற்ற சிதறல் மொத்த நிகழ் வாய்ப்புகளில் பெரும் பங்குடையதாக இருக்கிறது. ஒரு கணிசமான ஆற்றல் நெடுக்கத்தில் பெரும்பான்மையான மீள் தன்மையற்ற சிதறல், இரட்டைத் துகள் அடங்கிய நிலையான அல்லது நிலையற்ற இறுதி நிலைக்கு இட்டுச் செல்கிறது. ஏறக்குறைய 8 கி.எ. வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல்களின் பன்மைத் துகள் உற்பத்தி ஒங்கிக் காணப்படுகிறது. இடைநிலை ஆற்றல் நிலைகளில் ஈடற்று விளங்குகிற போலி இருதுகள் மறுவினைகள் (quasi two body reactions) புறவிளிம்புத் தன்மை (peripheral) பெற்றவை. வெளியேறும் ஹேட்ரான்கள் திறைமைய அமைப்புச் சட்டத்தில் முன்னோக்கு அல்லது பின்னோக்குத் திசைகளச் சுற்றிக் கூர்மையாக இணையாக்கப்பட்டுள்ளமையால் அவை இவ்வாறு விவரிக்கப்படுகின்றன. படம் 1இல் ஒரு மாதிரிக் கோணப் பரவீடு காட்டப்பட்டுள்ளது.

வகைப்பாடு நிகழ்வாய்ப்பின் (differential cross section) கட்டமைப்பை இரண்டாம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி லாரென்ட்ஸ் மாறாமையுள்ள மாண்டல்ஸ்டாம் மாறிகளின் (Lorentz invariant mandelstam variables) அடிப்படையில் விளக்கலாம். இயக்க மாறிகள் (kinematic variables).



படம் 1. இடைநிலை ஆற்றலில் மீள்தன்மையற்ற இருதுகள் வினைகளில் காணப்படும் புற விளிம்புக் கோண பரவீடு

$$s + t + u = ma^2 + mb^2 + mc^2 + md^2$$

என்னும் விதிமுறை மூலம் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

$$s = (p_a + p_b)^2 = (p_c + p_d)^2 = (\text{திறை மைய ஆற்றல்})^2$$

$$\begin{aligned} t &= (p_a - p_c)^2 = (p_b + p_d)^2 \\ &\simeq (-s/2)(1 - \cos\theta) \\ u &= (p_a - p_d)^2 = (p_b - p_c)^2 \\ &\simeq (-s/2)(1 + \cos\theta) \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{(மாறாமையுள்ள உந்த மாற்றம்)}^2$$

குறுக்கிடுதல் (crossing) தத்துவத்தின்படி குவாண்டம் எந்திரவியல் சிதறல் வீச்சின் பகுப்பாய்வு நிலையைப் (analyticity) பற்றிய கூற்றான இயக்கவியல் மாறிலிகளின் ஓர் ஒற்றையான பகுப்பாய்வு சார்பெண் பின்வரும் மூன்று வினைகளை விளக்குகிறது.

$$a + b \rightarrow c + d \quad (s - \text{வழிவினை})$$

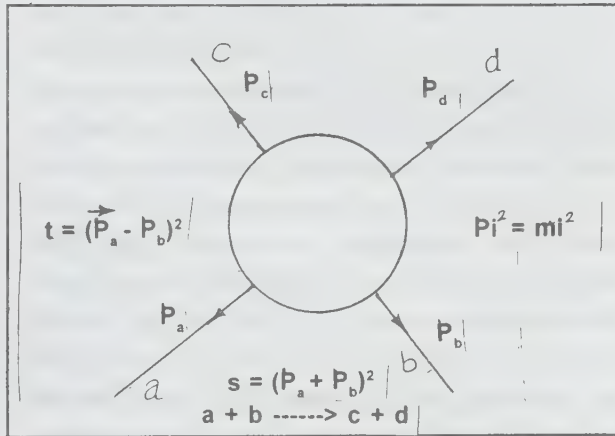
$$a + \bar{c} \rightarrow \bar{b} + d' \quad (t - \text{வழிவினை})$$

$$a + \bar{d} \rightarrow \bar{b} + c \quad (u - \text{வழிவினை})$$

$d\sigma/dt$  என்னும் வகைப்பாடு நிகழ்வாய்ப்பில் உள்ள புறவிளிம்பு நிலை முகடுகள் (peaks) நிலையான  $t$  அல்லது நிலையான  $u$  கட்டுமானங்களாக வருகின்றன. அவை முதலில் ஒத்ததிர்வுப் பகுதியில் தோன்றிப் பேராற்றல் வரையில் பெரும்பாலும் மாற்றமின்றி நீடிக்கின்றன. மீள் திறனற்ற வினைகளுக்குப் பொறுப்பான இடைவினைகளின்



நடுக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க இந்தக் கட்டுமானங்கள் வழி காட்டுகின்றன. இதை விளக்கும் வகையில் தற்சுழற்சியற்ற துகள்களின் சிதறலுக்கான வகைப்படு திகழ் வாய்ப்பில் ஒரு மாறா  $t$  - சுழியை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.  $l$  - ஆம் பகுதி அலையில் சிதறலுக்கான கோணச் சார்பு நிலை  $P_l(\cos\theta)$  என்னும் லெஜண்டர் பல்லுறுப்பியால் (legender polynomial) அல்லது மாண்டல்ஸ்டாமின் மாறிகளின் அடிப்படையில்  $P_l(1+2t/s)$  என்னும் பதத்தால் குறித்துக் காட்டப்படுகிறது. ஆற்றல் மாறும்போது லெஜண்டர் பல்லுறுப்பியின் முதல் சுழி  $t$ இல் ஒரு மாறா நிலையில் இருக்க வேண்டும் என்பதற்காக, மிகவும் முதன்மையான பகுதி அலை  $l(s) = s^{1/2}$  என்பதற்கு நேர் விகிதத்தில் மாற வேண்டும். வடிவியல் கண்ணோட்டத்தில் பார்க்கும்போது இடைவினையின் பெரும ஆரம் (நெடுக்கம்)  $R$  என வைத்துக் கொண்டால் பெரும நிறை மைய அமைப்பு ஒடுபாதைக் கோண உந்தம் அல்லது கிளர்வூட்டப்பட்ட பெருமமான பகுதி அலை  $l_{\max}(s) \propto R s^{1/2}$  ஆகும். மாறாத  $t$ - கட்டுமானத்தை உண்டாக்குவதற்கு மிக முதன்மையான பகுதி அலைகள் மிகுந்த புற விளிம்புத் தன்மையுடையவை என ஊகிக்கலாம். அவை ஹேட்ரான்களில் தொடுவியல் மோதல்களில் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய பகுப்பாய்வின் மூலம் தெரிய வருகிற இடைவினை ஆரம்  $10^{-13}$  செ.மீ. அளவில் உள்ளது. அது தெரிந்த அணுக்கரு அழுத்தங்களுடன் பொருந்துகிறது.



படம் 2. இருதுகள் வினை இயக்கவியல்

யுகாவா விசையுடனான ஒப்பீட்டிலிருந்து புற விளிம்பு இடைவினைகளைச் சிறு நிறையுள்ள குவாண்டங்களின் பரிமாற்றத்துடன் தொடர்புபடுத்தலாம் எனத் தெரிகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக  $\mu$  நிறையுள்ள தற்சுழற்சியற்ற ஒரு துகளின் பரிமாற்றம் இருப்பிட வெளியில்  $e^{-\mu r/r}$  என்னும் வடிவமுள்ள ஓர் இடைவினையை அளிக்கிறது. இதில்  $r$  என்பது மோதும் துகள்களுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவை அளவிடுகிறது. அந்த இடைவினை  $(t-\mu^2)^{-1}$ -க்கு நேர் விகிதத்திலுள்ள ஓர் உந்தவெளிப் பரப்பிற்கு (momentum space propagator) ஒத்தது. இவ்வாறு  $s$ -ஐச் சார்ந்திராத வடிவமுள்ள, முன்னோக்கு முகமுள்ள வகைப்படு திகழ் வாய்ப்பு ஓர் ஒற்றைத்துகள் பரிமாற்ற இடைவினையிலிருந்து இயல்பாகவே எழுகிறது.

புற விளிம்புச் சிதறலுடன் குறுக்கிட்ட வழியில் துகள் பரிமாற்றத்தைத் தொடர்புபடுத்துவது சரியானதே என்று தெரிகிறது. அது இருதுகள் வினைகளின் கொள்கைக்கு அடிப்படையாக உள்ளது. தெரிந்த மெசான்கள், பார்யான்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அனைத்துப் புற விளிம்பு முகடுகளின் தோற்றத்தையும் தோன்றாமையையும் அறிய முடிகிறது. குறுக்கிட்ட வழியில் பரிமாறிக் கொள்ளப்பட்ட குவாண்டம் எண்களுக்கு ஏற்றபடி வினைகளை வகைப் படுத்துவது பயனுள்ளது. ஏறத்தாழ 3.25 கி.எ. வோல்ட்டுக்கு நெருங்கிய நிறை மைய அமைப்பு ஆற்றலில் விந்தையற்ற மெசான் பரிமாற்றத்துக்கான புற விளிம்பு முகடு திகழ் வாய்ப்புகள் 100 - 300 மைக்ரோ பார்ன் ஆகவும், விந்தை மெசான் பரிமாற்றத்துக்கு 10 - 100 மைக்ரோ பார்ன் ஆகவும் பார்யான் பரிமாற்றத்துக்கு 1 - 10 மைக்ரோ பார்ன் ஆகவும் உள்ளது. (ஒரு மைக்ரோ பார்ன் =  $10^{-30}$  ச.செ.மீ.). ஒற்றைத் துகள் பரிமாற்ற திகழ்வுகளில் தடுக்கப்பட்ட, அயல் தன்மையுள்ள குவாண்டம் எண்களின் பரிமாற்றம் தேவைப் படுகிற வினைகளுக்கான புறவிளிம்பு திகழ் வாய்ப்புகள் ஒரு மைக்ரோ பார்னுக்கு மேல் போவதில்லை.

$t$ -வழியில் அல்லது  $u$ -வழியில் பரிமாறிக் கொள்ளப் படுகிற பொருளைத் தேவைப்படும் குவாண்டம் எண்களைச் சுமந்து செல்கிற ஒரு குறிப்பான துகளாக அடையாளம் காணுவதிலிருந்து, கற்றைத் துகள், பரிமாறிக் கொள்ளப்பட்ட துகள் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான மோதல்கள், நிலையற்ற இலக்குகளிலிருந்து ஏற்படும் சிதறல்களை ஆராய்வதற்கு வசதி செய்து தருகின்றன என்ற தெரிய வருகிறது. இந்த உத்தியின் மூலம் பையான்களுக்கிடையிலான சிதறல் விரிவாக ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறு இனம் காணுவது திகழ் வாய்ப்பின் ஆற்றல் சார்பையும், தற்சுழற்சி உடனுவவு

களையும் பற்றிக் குறிப்பிடுவதாயும் தோன்றுகிறது. ஒரு வினையில் வெவ்வேறு பரிமாற்றங்களின் பங்களிப்புகளைப் பிடித்துக் காணுவதிலும், புற விளிம்புப் பரிமாண விளக்கத்தைச் செம்மையாக்கும் முறைகளை உருவாக்குவதிலும் இது முதன்மை பெறுகிறது.

புற விளிம்புப் பரிமாற்றச் சித்தரிப்பைப் பன்மைப் புறப்பரப்புப் படிமம் (multiperipheral model) எனப்படும். துகள் உற்பத்திக்கான பன்மைப் புறவிளிம்புப் படிமம் இன்னமும் உறுதியாக நிறுவப்படவில்லை எனினும் அதன் பல ஊக முன்னுரைகள் சரிபார்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு இருதுகள் வினைகள் குறுக்கிட்ட வழியில் துகள்களின் அல்லது துகள் குடும்பங்களின் பரிமாற்றத்தால் நடத்தி வைக்கப்படுகின்றன என்னும் கருத்து உயர் ஆற்றல் மோதல்களை விளங்கிக் கொள்வதற்கு அடிப்படையாக உள்ளது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். W.R. Frazer, *Elementary Particles*, Prentice Hall, New Jersey, 1966.

## புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப்பொருள்

நீர்மங்களோடு சேர்க்கப்படும் சில வேதிப் பொருள்கள், அவற்றின் புறப்பரப்பு விசையைக் குறைக்கின்றன. இவ்வாறு நீர்மங்களின் புறப்பரப்பு விசையைக் குறைக்கவல்ல வேதிப் பொருள்களில் சில, அந்த நீர்மங்களில் கரையும் தன்மை பெற்றவையாக உள்ளன. வேறு சில, நீர்மங்களில் கரையாமல் புறப்பரப்பில் பரவி, புறப்பரப்பு விசையைக் குறைக்கின்றன. நீர்மங்களில் கரைந்து அவற்றின் புறப்பரப்பு விசையைக் குறைக்கும் தன்மை வாய்ந்த வேதிப் பொருள்களைப் புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப்பொருள்கள் (surface active agents) எனலாம். கிப்ஸ் சமன்பாட்டின்படி, இத்தகைய பொருள்களின் செறிவு, கரைவின் ஊடே உள்ளதைவிட புறப்பரப்பில் மிகுந்து காணப்படும். புறப்பரப்பு விசை குறைக்கப்படுவதால் அமைப்பின் ஆற்றல் குறைகிறது. புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப் பொருள்களின் செறிவை அதிகரிக்கும்போது, புறப்பரப்பு விசையும் குறைந்து கொண்டே வரும். ஒரு குறிப்பிட்ட உச்ச அளவு செறிவிற்குப் பின் அது மாறாமல் இருக்கும்.

புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப்பொருள்களை நேர்மின் தன்மையுடையவை, எதிர்மின் தன்மையுடையவை, மின்னேற்றம் இல்லாதவை என்று பிரிக்கலாம். சோடியம் ஸ்டரேட் ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{Na}^+$ ), சோடியம் ஒலியேட் ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-\text{Na}^+$ ), சோடியம் டோடெசில் சல்பேட் ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_4^-\text{Na}^+$ ), சோடியம் டோடெசில் பென்சீன் சல்போனேட் ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3^-\text{Na}^+$ ) ஆகியவை எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப் பொருள்கள் ஆகும். லவுரில் அமின் ஹைட்ரோ குளோரைடு ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$ ), செடில் டிகரைமெதில் அம்மோனியம் புரோமைடு ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$ ) ஆகியவை நேர் மின்னேற்றம் கொண்டவை. பாஸி எத்தில்ன் ஆக்சைடு ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_6\text{OH}$ ) என்ற புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப் பொருள் நடுநிலைமையானது.

ஆல்கஹால், கார்பாக்சிலிக் அமிலம், அமின் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள், நீரின் புறப்பரப்பில் செயல்படும் தன்மை பெற்றுள்ளன. இச்சேர்மங்களின் மூலக்கூறுகளில் முனைவுத் தன்மையுடைய ஒரு பகுதியும், முனைவுத் தன்மையற்ற ஒரு பகுதியும் காணப்படுகின்றன. முனைவுத் தன்மையுடைய பகுதிக்கும் நீர் மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையே மிகுந்த கவர்ச்சி இருப்பதால், அப்பகுதியே நீர்ப் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். ஒரு கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தை நீரில் சிறிதளவு கரைக்கும்போது, கார்பாக்சிலிக் அமில மூலக்கூறுகள் நீர்ப்பரப்பில் இருக்கும். மிகுதியாகக் கரைக்கும் போது நீர்ப்பரப்பின் புறப்பரப்பு விசை குறையும்; அதே நேரத்தில் கார்பாக்சிலிக் அமில மூலக்கூறுகள் சிறிது சிறிதாக திமிர்ந்து அமிலத் தொகுதி மட்டும் நீர்ப் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டும், மற்றப்பகுதி நீர்ப்பரப்பிற்குச் சற்றுச் சாய்ந்தும் காணப்படும். புறப்பரப்பு விசைக் குறைவு உச்ச மதிப்பை அடையும்போது, நீர்ப் பரப்பு முழுவதும் கார்பாக்சிலிக் அமில மூலக்கூறுகள் செங்குத்தாக நிற்கின்றன. இதற்கு மேல் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் புறப்பரப்பு விசையில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாது. நீர்ப் பரப்பில் ஏற்படும் புறப்பரப்பு விசைக்குறைவு, சேர்க்கப்படும் கார்பாக்சிலிக் அமில மூலக்கூறில் உள்ள கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து அமையும். சான்றாக 0.1 மோலார் புரோப்பியானிக் அமிலத்தைக் கரைப்பதால் ஏற்படும் புறப்பரப்பு விசைக் குறைவு 0.03 மோலார் புபூட்ரானிக் அமிலத்தால் கிடைக்கிறது. ஒவ்வொரு கார்பன் அணு மிகும்போது 3.3 புறப்பரப்பு விசைக்குறைவு நிகழ்கிறது. இதுவே டிராபே விதி ஆகும்.



புறப்பரப்பில் செயல்படும் வினைப் பொருள்களின் அடர்விற்கும் புறப்பரப்பு விசையில் ஏற்படும் குறைவுக்கும் இடையில் உள்ள விகிதம் அப்பொருளின் புறப்பரப்பில் செயலாற்றும் திறன் எனப்படுகிறது. புறப்பரப்பில் செயல்படும் வினைப் பொருள்கள், நீரின் புறப்பரப்பு விசையைக் குறைப்பதால், இவை, அழுக்கை நீரில் கலந்து நீக்கும் அழுக்கு நீக்கியாகப் பயன்படுகின்றன.

மரிய புஷ்பராஜ்

துணைநூல். Gordon M.Barron, *Physical Chemistry*, Fifth Edition, Tata-McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi, 1994.

## புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி

ஒரு திண்மம் அல்லது நீர்மத்தில் கரைந்துள்ள ஒரு பொருளின் செறிவு கரைசலின் உட்பகுதியில் உள்ளதை விடப் புறப்பரப்பில் கூடுதலாக இருக்கும் நிலை புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி (adsorption) எனப்படும். பரப்புக் கவர்ச்சி, உறிஞ்சுதலிலிருந்து (absorption) வேறுபட்டதாகும். உறிஞ்சுதலில் உறிஞ்சப்படும் பொருள் உறிஞ்சும்

பொருளில் ஊடுருவிச் செல்கிறது; ஆனால் பரப்புக் கவர்ச்சியில் ஈர்க்கப்படும் பொருள் அதன் பரப்பில் இருத்தி வைக்கப்படுகிறது. காகிதம், துணி போன்றவை நீரை உறிஞ்சுகின்றன; பொதுவாக, உலோகம் நீரைத் தன் பரப்பில் கவர்கிறது. வளிமங்களும் திண்மங்களும் இடம்பெறும் அமைப்புகளில் இவ்விருண்டு நிகழ்வுகளையும் தனித்து அறிய இயலாதாகையால், கவர்தல் (sorption) என்னும் பொதுவான சொல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பரப்புக் கவர்ச்சி இரு நிலைமைகளுக்கு (Phases) இடைப்பட்ட பொதுமுகத்தில் (Interfaces) நிகழ்கிறது. இப்பொது முகங்கள் திண்மம் - வளிமம்; திண்மம் - நீர்மம்; திண்மம் - திண்மம்; நீர்மம் - வளிமம்; நீர்மம் - நீர்மம் என ஐவகைப்படும். இவற்றுள் முதலிரண்டு பொதுமுகங்களும் முதன்மையானவை.

பரப்பு ஊன்றுகை வகை. பரப்புக் கவர்ச்சியில் இரு வகை உண்டு. இயற்பியல் பரப்புக் கவர்ச்சி (physical adsorption), வேதிப் பரப்புக் கவர்ச்சி (chemical adsorption) என இரு வகை உண்டு. திண்ம - வளிமப் பொது முகங்களில் இவற்றிடையே குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்விரு வகைக்குமிடையேயான வேறுபாடுகள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

இயற்பியல் பரப்புக் கவர்ச்சி	வேதிப் பரப்புக் கவர்ச்சி
<p>1. ஊன்றுகை வெப்பம் ஏறத்தாழ 40KJ மோல்<sup>-1</sup>க்கு கீழ்</p> <p>2. ஈர்க்கப்படும் வளிமத்தின் கொதிநிலைக்குக் கீழான வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே ஊன்றுகை கணிசமாக இருக்கும். இது வாண்டர்வால் ஈர்ப்பு விசையால் நிகழ்கிறது.</p> <p>3. ஈர்க்கப்படும் வளிமத்தின் அளவுக்கேற்றாற்போல் அதன் அழுத்தத்தில் தோன்றும் உயர்வும் உயரும்.</p> <p>4. கவரும் பரப்பைவிடக் கவரப்படும் வளிமத்தின் தன்மையே ஈர்ப்பைப் பாதிக்கும் காரணிகளுள் முதன்மையானது.</p> <p>5. கிளர்வு கொள் ஆற்றல் (activation energy) இல்லை.</p> <p>6. இது ஒரு பல அடுக்குப் பரப்பு ஊன்றுகை.</p> <p>எ-டு: சிலிக்காப் பரப்பின் மீது நைட்ரஜன்</p>	<p>ஊன்றுகை வெப்பம் ஏறக்குறைய 80 KJ மோல்<sup>-1</sup>க்கு மேல் உயர் வெப்பநிலையிலும் எலெக்ட்ரான் மாற்றத்தால் பரப்புக் கவர்ச்சி நிகழும்.</p> <p>அழுத்தத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் ஒவ்வோர் உயர்வுக்கும் ஈர்க்கப்படும் வளிமத்தின் அளவில் தோன்றும் உயர்வு குறைந்து கொண்டே வரும். கவரும் பரப்பு, கவரப்படும் வளிமம் இரண்டுமே சமஅளவு முதன்மை வாய்ந்தன.</p> <p>கிளர்வு கொள் ஆற்றல் வேதிவினைகளுக்கு உள்ளதே போன்றது.</p> <p>இது ஒரடக்குப்பரப்பு ஊன்றுகை.எ-டு: அலுமினியத்தின் மீது ஆக்சிஜன்.</p>

புறப்பரப்பு இழுவிசையும் ஆற்றலும். ஒரு பொருளின் பரப்பு அதன் உட்பகுதியிலிருந்து பண்புகளில் மாறுபடுகிறது. ஒரு திண்மத்தை இரண்டாக உடைத்தால், இரு புதிய புறப்பரப்புகள் உருவாகின்றன. அதே திண்மத்தை நுண்ணிய தூளாக்கினால், அப்பொருளின் புறப்பரப்பு பன்மடங்கு கூடுகிறது. 1 செ.மீ. முனை கொண்ட கன சதுரத்தை 1 நானாமீட்டர் ( $10^{-9}$  மீ.) முனை கொண்ட கன சதுரங்களாகப் பிரித்தால், பரப்பளவு 1.5 ஏக்கர் ஆகும். இரும்பு தீயில் எரிவதில்லை. ஆனால் நன்கு தூளாக்கப்பட்ட இரும்பு சுடரில் தூவப்படுகையில் எரியும். ஏனெனில், ஒரு பொருளின் புறப்பரப்பின் ஆற்றல் உள்ளமைப்பில் உள்ளதை விடக் கூடுதலாக உள்ளது. அலகு பரப்பளவுக்குப் புறப்பரப்பின் வெப்ப ஆற்றல் (H).

$$H = r - T (\delta r / \delta T)_p$$

எனும் சமன்பாட்டின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

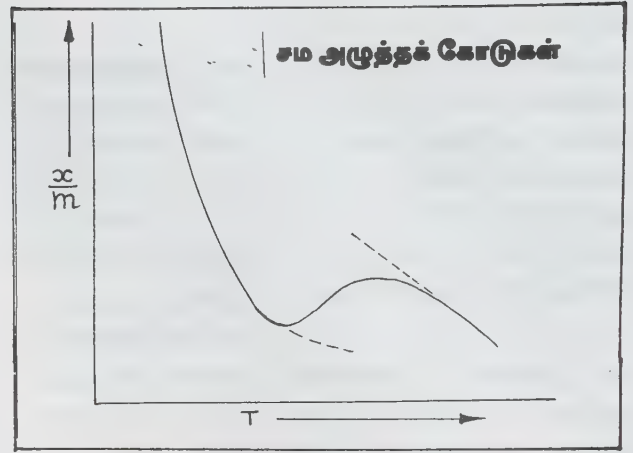
r - பரப்பு இழுவிசை, T - வெப்பநிலை, p - அழுத்தம்.

$(\delta r / \delta T)_p$  - மாறா அழுத்தத்தில், வெப்பநிலை மாற்றத்தால் பரப்பு இழுவிசையில் ஏற்படும் பாதிப்பு.

திண்மப் பரப்பின் மீது ஊன்றுகை. ஒரு திண்மப் பரப்பின்மீது வளிம மூலக்கூறுகள் புறக்கவர்ச்சியுறக் காரணம் இப்பொருள்களுக்கு இடையேயான வான்டர் வால்ஸ் ஈர்ப்பு விசையாகும். பரப்பின் நிலையாற்றல் ஒரு மூலக்கூறு ஈர்ப்பதால் குறைகிறது. அதே தருணத்தில் ஈர்ப்பு விசைக்குள்ளாகும் மூலக்கூறின் இயக்க ஆற்றல் கூடுதலாகிறது. பரப்பின் மீது பட்டவுடன் எம்பிக் குதிக்க வேண்டிய வளிம மூலக்கூறுகள் அவ்வாறு செயல்படாமைக்குக் காரணம் அம்மூலக்கூறின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி திண்மப் பரப்புக்கு மாறி, அதன் கட்டின்மை எண் குறைவதேயாகும். இந்தநிலையில் இம்மூலக்கூறு பரப்பின் மீது பாய்ந்து செல்லலாம். கட்டின்மையை முழுமையாக இழந்துவிட்டால், வளிம மூலக்கூறு பரப்பின் மீது ஓர் இருக்கையில் நிலை கொள்ளும்.

[ - மே. ரா. பாலகப்பிரமணியம் ]

புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி சம அழுக்கக் கோடுகள். ஒரு புறப்பரப்பின்மீது ஒட்டும் பொருளின் அளவு, வெப்ப நிலையையும், அழுத்தத்தையும் பொறுத்து இருக்கிறது. அழுத்தத்தை மாற்றாமல் வெப்பநிலையை மட்டும் மாற்றும்போது, இது எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதை சம



அழுத்தக் கோடுகள் மூலம் அறியலாம். படம் 1 இல் ஒரு பொதுவான சம அழுத்தக் கோடு காட்டப்பட்டுள்ளது.

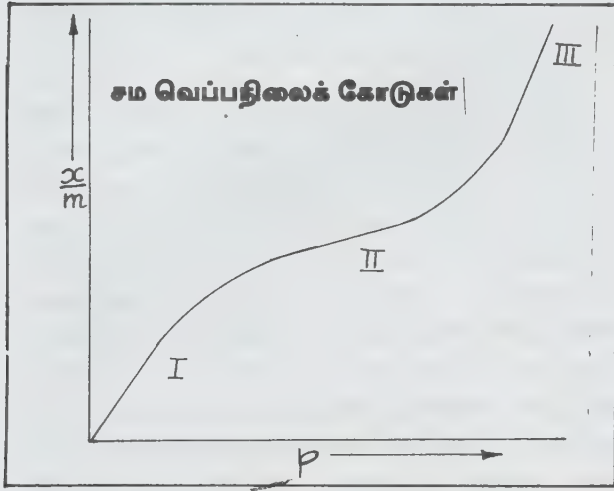
இங்கு x/m என்பது, ஒரு அலகு எடையுள்ள கவர்வானின் மீது (adsorbent) ஒட்டியுள்ள கவர்படு பொருளின் (adsorbate) எடையையும், T என்பது தனி வெப்பநிலையையும் குறிக்கிறது. குறைந்த வெப்பநிலையில் மிகுந்த அளவு ஒட்டுதல் நிகழ்கிறது. வெப்பநிலை உயரும்போது அது குறைகிறது. மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளில், கண்டறிய முடியாத அளவுக்கு ஒட்டுதல் மிகக் குறைந்து விடுகிறது. இடைப்பட்ட வெப்பநிலைகளில் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி அதிகரித்து பின் குறைவதை படம் 1இல் காணலாம். இதற்குக் காரணம் கவர்வாணுக்கும் (adsorbent) ஒட்டுப் பொருளுக்கும் (adsorbate) இடையே வேதிவினை உண்டாகிறது என்று கருதப்படுகிறது.

புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி சம வெப்பநிலைக் கோடுகள். வெப்பநிலை மாறாமல், அழுத்தத்தை மாற்றும்போது, புறப்பரப்பு ஒட்டுதல் எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என்பதைச் சம வெப்பநிலைக் கோடுகள் கொண்டு அறியலாம்.

திண்மத்தின் மீது வளிமம் ஒட்டும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவு உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்தை மாற்றி, எவ்வளவு வளிமம் ஒட்டுகிறது என்று அளவிடலாம் அல்லது கவர்வானின் எடையை மாற்றி வளிமத்தின் அழுத்தம் எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்று அறியலாம். நீர்மம் மீது நீர்மம் மற்றும் நீர்மம் மீது திண்மம் ஒட்டியிருக்கும் அமைப்புகளில், ஒட்டும் பொருளின் அடர்வில் ஏற்படும்



குறைவைத் தரம் பார்த்துக் காணலாம். இவ்வாறு பெறப்படும் சம வெப்பநிலைக் கோடுகள் படம் 2இல் உள்ளவாறு அமையும்.



குறைந்த அழுத்தத்தில், குறைந்த ஒட்டுதல் ஏற்படுகின்றது. அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும்போது அது அதிகரிப்பதை படத்தின் I பகுதி குறிக்கிறது. இடைப்பட்ட அழுத்தத்தில் ஒட்டுதல் ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தம் வரை மாறாதிருக்கிறது. இதைப் படத்தின் II பகுதி காட்டுகிறது. பின் அழுத்தம் உயரும் போது ஒட்டுதல் அதிகமாவதை படத்தின் III பகுதி சுட்டுகிறது. நீர்மங்கள் கவர்வானாக உள்ள அமைப்புகளில், ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்திற்கு மேல் அழுத்தத்தை எவ்வளவு மிகுதியாக்கினாலும் ஒட்டும் பொருளின் அளவில் மாறுதல் ஏற்படுவது இல்லை.

புறப்பரப்பு ஒட்டுதல் சம வெப்பநிலைக் கோடுகளை விளக்க பல்வேறு சமன்பாடுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஃபிரெண்ட்லிச் சமன்பாட்டின் படி  $x/m = KP^{1/n}$ . இங்கு  $n$  மற்றும்  $k$  மாறிலிகள்;  $P$  என்பது அழுத்தத்தையும்  $x/m$  என்பது ஒரு அலகு எடையுள்ள கவர்வானின் மீது ஒட்டும் பொருளின் எடையையும் குறிக்கின்றன. லாங்மூரின் (Langmuir) சமன்பாட்டின் படி  $x/m = abp/(1+bp)$ . இங்கு  $a$  மற்றும்  $b$  மாறிலிகள்; இந்தச் சமன்பாடு, கவர்வானின் புறப்பரப்பின் மீது வளிம மூலக்கூறுகள் ஒற்றை அடுக்கில் ஒட்டி உள்ளன என்ற கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு பெறப்பட்டது. ஆனால் பல அமைப்புகளில் ஒற்றைக்கும் மேற்பட்ட அடுக்குகளில் மூலக்கூறுகள் ஒட்டி இருப்பதால் இச்சமன்பாட்டைப் பொதுவாக அனைத்துப் புறப்பரப்புக்

கவர்ச்சிக்கும் பயன்படுத்த முடியவில்லை. லாங்மூரின் சமன்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு வேறு பல சமவெப்ப நிலைக்கோட்டுச் சமன்பாடுகள் தரப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் புரூனர், எம்மெட், டெல்லர் என்ற மூவர் தந்த பெட் (BET) சமன்பாடு சிறந்தது. இதைப் பயன்படுத்தி புறப்பரப்பின் மீது ஒட்டியுள்ள ஒற்றை மூலக்கூற்றின் பரப்பைக் கணக்கிடலாம். திண்மப் பரப்பின் புறவெளிக் கூட்டில் அமைப்புக் குறைபாடு உள்ள இடங்களில் குறிப்பாக ஏற்படும் புறப்பரப்பு ஒட்டுதலை விளக்கும் சில கோட்பாடுகள் உள்ளன. இவை அனைத்தும் பல படித்தான (heterogeneous) வினைவேக மாற்றிகளைத் தயாரிக்க மிகவும் பயன்படுகின்றன. பொலியானி என்பார் தனி ஆற்றல் பற்றிய கருத்துகளைப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சிக்குப் பயன்படுத்திச் சில சமன்பாடுகளைப் பெற்றுள்ளார். டெர்வால் சமன்பாட்டை, புறப்பரப்பில் ஒட்டிய நிலையிலுள்ள மூலக்கூறுகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறு புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி எவ்வாறு திகழ்கிறது என்பதை முழுதுமாக புரிந்துக் கொள்ள முயற்சிகள் தொடர்கின்றன. ஏற்கனவே பெற்றுள்ள சமன்பாடுகள் வெப்ப இயக்க இயல் அடிப்படையையும், வேக இயல் கருத்துக்களையும் நாம் அறிந்துக் கொள்ள உதவுகின்றன. இருந்தாலும், சில சமயம், அவை ஆய்வில் கிடைத்த மதிப்புகளுக்கு முரணான மதிப்புகளைத் தருகின்றன. சமவெப்பநிலைக் கோட்டுச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, கவர்வானின் புறப்பரப்பின் இயல்பு பற்றி அறியலாம். அழுத்தத்தை குறைக்கும்போது, புறப்பரப்பில் ஒட்டியுள்ள பொருள் தீக்கம் பெறத் தொடங்கும். இந்த தீக்கம் எந்த அழுத்தத்திற்குக் கீழ் நடைபெறுகிறதோ, அந்த மதிப்பிலிருந்து புறப்பரப்பின் நுண்துளைகளின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

புறப்பரப்பு ஒட்டுதல் பற்றிய வெப்ப இயக்க இயல். ஒட்டுதல் காரணமாக முப்பரிணாமத்தில் வேகமாக நகர்ந்து கொண்டிருந்த மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகள் வேகம் குறைந்து இரு பரிணாமத்தில் படிவதால் அமைப்பின் இயல்பாற்றல் (entropy) குறைகிறது. கவர்வானில் வேறு எந்த மாற்றமும் ஏற்படாவிட்டால், புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி ஒரு வெப்ப உமிழ் திகழ்ச்சியாகும். கலோரி அளவியைப் (calorimeter) பயன்படுத்தி, புறப்பரப்புக் கவர்ச்சியின்போது வெளியாகும் வெப்பத்தை

நேரடியாக அளவிடலாம். இது வேறு வெப்பநிலைகளில் ஒரேயளவு ஒட்டுதல் ஏற்படும்போது இருக்கும் அழுத்தங்களைக் கிளாசியஸ் - கிளேப்ரான் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தும் இந்தப் புறப்பரப்பு ஒட்டுதல் வெப்பத்தைக் கணக்கிடலாம். இதிலிருந்து தனி ஆற்றல் மாற்றம், இயல்பாற்றல் மாற்றம் ஆகியவற்றை அறியலாம். இந்த மாற்றங்களின் மதிப்பீடுகளைக் கவனத்தில் கொண்டுதான் பல வினைவேகமாற்றிகள் தெரிந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட புறப்பரப்பில், குறைந்த அளவு மட்டும் ஒட்டுதல் ஏற்பட்டிருக்கும் போது வெளியாகும் வெப்பம் அதிகமாகவும், ஒட்டுதல் காணமாக அதிக அளவு புரப்பரப்பு மறைக்கப்பட்டிருக்கும்போது வெளியாகும் வெப்பம் குறைவாகவும் இருக்கிறது. எனவே, வெவ்வேறு கவர்வாண்களின் மீது ஒரு குறிப்பிட்ட ஒட்டுப் பொருளின் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பத்தை ஒப்பிடும் போது, சமமான அளவுகள் ஒட்டியிருக்கும் நிலையில் இதை திர்ணயிக்க வேண்டும். இது சம வடிவ புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பம் எனப்படும். புறப்பரப்பு ஒட்டுதலை ஒரு சமநிலை நிகழ்ச்சியாக கருதி வெப்ப இயக்க இயல் மற்றும் புள்ளியியல் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி வேகவியல். புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி மிக விரைவில் சமநிலையை அடைந்துவிடுகிறது. சில அமைப்புகளில் மட்டுமே சமநிலை அடைவதற்குச் சற்று நேரம் தேவைப்படுகிறது. நுண்துகள்கள் உள்ள கவர்வாண்களில் ஒட்டும் பொருளின் கூறுகள் அத்துளைகள் வழியே விரவிய பின்னரே நடைபெறும். பொதுவாக புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி முதல் வகையைச் சார்ந்தது. விரைவில் சமநிலையடைவதால் இதன் வேகத்தைப் பற்றியும், விதிமுறையைப் பற்றியும் அதிக கோட்பாடுகள் கிடையாது. லென்னர்டு, ஜோன்ஸ் என்போர் புள்ளியியல் அடிப்படையில் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சியின் வேகம் குறித்து விளக்கம் அளித்துள்ளனர்.

மரிய புஷ்பராஜ்

## திண்ம - நீர்மப் பொதுமூலம்

கிப்ஸ் சம வெப்ப நிலைக்கோடு (Gibbs adsorption isotherm) எனும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி இப்பொது முகத்தைப் பற்றி அறியலாம்.

$$\tau = -a/da \times \delta T/RT$$

a : கரைசலின் செறிவு

$\tau$  : நீர்ப்பரப்பில் மிகுதியாக உள்ள கரைபொருளின் செறிவு

ஒரு நீர்மத்தில் கரைந்துள்ள கரைபொருளின் செறிவு மொத்த கரைசலில் உள்ளதைவிடப் புறப்பரப்பில் கூடுதலாகவோ, குறைவாகவோ இருக்கலாம். புறப்பரப்பில் செறிவு கூடுதலாவதும், குறைவதும் கரைபொருள் நீர்மத்தில் பரப்பு இழுவிசையைக் (surface tension) குறைக்கிறதா, கூட்டுகிறதா என்பதைப் பொறுத்திருக்கும். வெப்பத்தால் கரைசல் கலக்கப்படுவதால், பரப்பு இழுவிசை எவ்வளவு குறைந்தாலும் கரைபொருள் மட்டுமே நீர்மத்தின் பரப்பில் இடம்பெறும் நிலை தோன்றாது. கரை பொருள் புறப்பரப்பில் செறிவுற்ற இந்நிலைப் பரப்புக் கவர்ச்சியை எடுத்துக்காட்ட உதவும். கரைபொருள்கள் இரு நிலைமைகளுக்கிடையிட்ட பரப்பு விசையைக் குறைக்கும். இவ்வகைப் பொருள்கள் பரப்பு வினை (surface active) கொண்டவை. மாறாக, ஒரு கரைபொருள் கரைப்பானின் பரப்பு இழுவிசையைக் கூடுதலாக்கினால், அதன் செறிவு கரைசலின் உட்பகுதியை விடப் பரப்பில் குறைவாக இருக்கும். எதிர்ப்பரப்புக் கவர்ச்சி (negative adsorption) எனும் இத்தோற்றப்பாடு மின்பகுளிகளால் (electrolytes) ஏற்படுகிறது. நீர்த்த KCl கரைசலை மரக்கரியுடன் சேர்த்தால் எதிர்ப்பரப்புக் கவர்ச்சி நிகழும். பொட்டாசியம் குளோரைடை விட நீர் எளிதில் கரியால் கவரப்படுவதால் கரைசலில் பொட்டாசியம் குளோரைடன் செறிவு கூடுதலாகிறது.

நீர்ம - நீர்மப் பொதுமூலம். ஒன்றில் ஒன்று கரையாத இரு நீர்மங்களைக் கலந்து, குலுக்கி நிறுத்தினால், இரு நீர்மங்களும் இருவேறு அடுக்குகளாகப் பிரிந்துவிடுகின்றன. ஏனெனில் இந்நிலையில் அவற்றின் பரப்பாற்றல் சிறுமநிலையை அடையமுடியும். இந்நீர்மங்களுக்கு இடைப்பட்ட பொதுமுகத்தின் பரப்பளவைப் பால்மமாக்கி (emulsifier) எனும் சோப்புப் பொருளைச் சேர்த்துக் கூடுதலாக்கலாம். சிறு சிறு குமிழ்களாக மற்றொரு நீர்மத்தில் சிதறி நிற்கும் நீர்மத்தைப் பால்மமாக்கி நிலைபெறச் செய்கிறது. பால்மங்கள் (emulsions) எனப்படும் இவ்வமைப்புகள் அன்றாட வாழ்வில் பயனாகும் பால், வெண்ணெய், ஊட்ட மருந்து (tonic) ஆகியவற்றில் உள்ளன.



## பயன்

சோப்பின் கழுவும் பணி. பொதுவாகத் துணி மீது ஓட்டும் மாசு கொழுப்பு வடிவிலுள்ளமையால், நீருடன் எளிதில் கலப்பதில்லை. எனவே நீரால் கழுவும்போது மாசு துணியிலிருந்து நீங்குவதில்லை. சோப்பு மூலக்கூறில் நீரில் கரையக்கூடிய அயனிப் பகுதியும், எண்ணெயில் கரையக் கூடிய நீண்ட ஹைட்ரோகார்பன் பகுதியும் உள்ளன. எனவே ஒரு பகுதி நீரிலும் மற்றொன்று எண்ணெயிலும் கரைந்தவாறு இரண்டையும் கலந்து பால்மமாக்கும். இப்பால்மம் துணியின் பரப்பிலிருந்து எளிதில் விடுபடுகிறது.

தாதுவை அடர்வித்தல். உலோகத் தாதுவை நீரிலிட்டு, பைன் எண்ணெயைக் கலந்து காற்றைச் செலுத்திக் கலக்கினால், ஒரு நிலையான நுரை கிட்டும். இந்நுரை தாதுவைக் கவர்ந்து மேலே மிதக்கச் செய்கிறது. மண் போன்ற மாசு நீரில் நனைந்து வீழ்ப்படிவாகிறது. நுரையை அகற்றி அதனின்றும் தாதுவைப் பிரிக்கலாம். இதற்கு நுரை மிதப்பு முறை (froth flotation method) என்று பெயர்.

பலபடித்தான வினை வேகமாற்றம். வினையூக்கி திண்ம நிலையிலும், வினைப்படு பொருள்கள் வளிம அல்லது நீர்ம நிலையிலும் இருந்தால், அவ்வினை பலபடித்தான வினை வேகமாற்றம் (heterogeneous catalysis) எனப்படும். இவ்வினை பரப்புக் கவர்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டு நிகழ்கிறது. இவ்வகை வினைகளின் பொது இயங்கு முறைகள் (mechanism) பின்வருமாறு:

வளிம வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுகள் திண்ம நிலை வினையூக்கியின் பரப்பை வந்தடைதல், வினையூக்கியின் பரப்பால் கவரப்படுதல், கவரப்பட்ட மூலக்கூறுகளுக்கிடையே வினைப்படல், வினையூக்கியின் பரப்பிலிருந்து வினை விளைபொருள்கள் விடுபடுதல் (desorption), வினை விளை பொருள்கள் பரப்பை விட்டகன்று செல்தல் என்பன.

பரப்புக் கவர்ச்சி வழிப் பகுப்பு. பல கரைபொருள் களை உள்ளடக்கிய கரைசலிலிருந்து கரைபொருள்களை ஒவ்வொன்றாகப் பிரிக்கும் வழிமுறைகளுள் பரப்புக் கவர்ச்சி வழிப்பகுப்பு (adsorption chromatography) முதன்மையானது. ஊன்றுகைப் பண்பு மிகுந்த ஒரு திண்மப் பொருளால்

திரப்பப்பட்ட குழாயில் கரைசலை ஊற்றினால், கரைபொருள்கள் நீர்மத்திற்கும் திண்மத்திற்கும் இடையே பங்கிடப்படுகின்றன. பங்கீட்டு விகிதம் ஒவ்வொரு கரைபொருளுக்கும் தனித்தனி மதிப்பாக உள்ளமையால் கரைசலைக் குழாயில் ஊற்றிய பின்பு மேலும் கரைப்பானை அதில் ஊற்றினால், கரைபொருள்கள் கரைப்பானில் மீண்டும் கரைந்து, திண்மக் குழாயின் கீழ்ப்பகுதியில் மீண்டும் படையும். ஆனால் கரைதிறனும், பரப்புக் கவர்திறனும் கரைபொருளுக்குக் கரைபொருள் வேறுபடுவதால் குழாயின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் பல்வேறு கரைபொருள்களும் வீழ்ப்படிவாகின்றன.

இப்பயன்களைத் தவிர்க் கடின நீரை மென்னீராக்க உதவும் அயனிப் பரிமாற்று ரெசின்கள், நீரிலுள்ள கலங்குமையை (turbidity) நீக்க பயன்படும் படிகாரம், நெகிழி (elastomer) எனும் ரப்பர்களைத் தயாரிக்க உதவும் பால்மப் பலபடியாக்கல் (emulsion polymerisation), வீழ்ப்படிவு வகை முறித்தல் (precipitation titration) எனும் ஆய்வில் பயனாகும் பரப்புக் கவர்ச்சிக் காட்டி (adsorption indicator), சாயங்கள் ஆகிய பொருள்களும் நிகழ்வுகளும் பரப்புக் கவர்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

பரப்புக் கவர்ச்சி விரும்பப்படாத சூழ்நிலைகளும் உள்ளன. உலோகப் பொருள்களின் அரிமானம் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். அரிமானத்தின் முதல் கட்டம் சூழ்வெளியிலுள்ள நீர், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, அம்மோனியா போன்ற மூலக்கூறுகள் உலோகப் பரப்பால் கவரப்படுதலாகும். வெப்பநிலை உயர்கையில் உலோகத்திலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வளிம மூலக்கூறுகளுக்கு மாறி, உலோகம் உலோக நேரயனியாகவும் வளிம எதிரயனியாகவும் மாறுகின்றன. உலோகப் பரப்பு உலோகத் தன்மையை இழக்கிறது.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல்கள். Gordon M.Barrow, *Physical Chemistry*, Third Edition, McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, 1973; Samuel H.Maron and Jerome B.Lando, *Fundamentals of Physical Chemistry*, Macmillan Pub.co., New York, 1974; P.W.Atkins, *Physical Chemistry*, W.H. Freeman, Sanfrancisco, 1978.

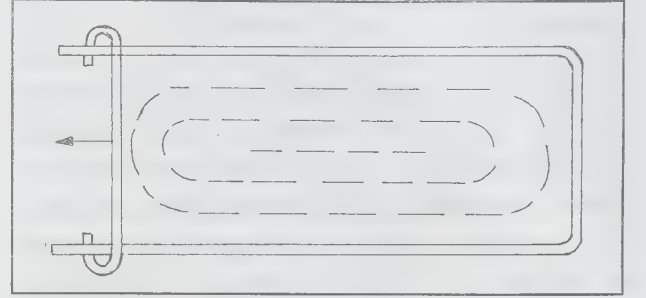
## புறப்பரப்பு வேதியியல்

இது ஒரு திண்மம் அல்லது நீர்மத்தின் புறப்பரப்பின் மீது நிலையும் இயற்பிய மற்றும் வேதி மாற்றங்களைப் பற்றிய பிரிவு. ஒரு பொருளின் உட்பகுதியின் தன்மைகளுக்கும் அதன் மேற்பரப்பின் தன்மைகளுக்கும் வேறுபாடு உள்ளது. பொருளை மேன்மேலும் பொடியாக்கினால் புறப்பரப்புகளின் தாக்கமும் கூடும். 1 செ.மீ. விளிம்பு கொண்ட கனசதுரத்தை மூன்று திசைகளிலும் பாதி யாக வெட்டினால், 0.5 செ.மீ. விளிம்பு கொண்ட 8 கன சதுரங்கள் கிட்டும். வெட்டப்படாத கன சதுரத்தின் மொத்த புற பரப்பளவு 6 செ.மீ<sup>2</sup> ஆக இருக்கையில், இவ்வெட்டுக் கன சதுரங்களின் மொத்தப் பரப்பளவு  $8 \times 6 \times 0.5^2$  அல்லது 12 செ.மீ<sup>2</sup> ஆகும். மேற்கூறிய கன சதுரத்தை ஒவ்வொன்றும் 1 மி.மீ. விளிம்பு கொண்ட 1000 கன சதுரங்களாக்கினால், துண்டுப் பகுதிகளின் மொத்தப் புறப்பரப்பு 60 செ.மீ<sup>2</sup> ஆகும்; ஒவ்வொரு சிறிய கனசதுரத்தையும் 1 மைக்ரான் ( $10^{-6}$  மீ.) அளவுள்ளதாக உருவாக்கினால், மொத்தப் புறப்பரப்பு 60,000 செ.மீ<sup>2</sup> ஆகும்; ஒவ்வொரு சிறு கனசதுரமும்  $10^{-9}$  மீ. (ஒரு நானோமீட்டர்) விளிம்புடையதாக இருப்பின், மொத்தப் பரப்பளவு  $6 \times 10^7$  செ.மீ<sup>2</sup>; அதாவது  $1\frac{1}{2}$  ஏக்கர் ஆகிவிடும். 6 செ.மீ<sup>2</sup> பரப்பளவு மட்டுமே கொண்டிருந்த திண்மத்தில் அறியப்படாத சில தன்மைகள்  $6 \times 10^7$  செ.மீ<sup>2</sup>. பரப்பளவு கொண்ட மாறா எடையுள்ள அதே திண்மப் பொருளில் வெளிப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு மரக்கட்டையோ, கரிக்கட்டையோ எளிதில் தானே தீப்பற்றுவதில்லை. மரத்தூளும், கரித்தூசும் தீக்கனலால் தூண்டப்படாமலேயே தீப்பிடிக்கவல்லன.

**பரப்பு இழுவிசை.** ஒரு திண்மம் அல்லது புறப்பரப்பு எனப்படுவது உண்மையில் திண்ம - வளிம, நீர்ம - வளிம, திண்ம - நீர்ம, இடைப்பரப்புகளேயாகும். இவ்விடை முகத்தில் நிலவும் விசைச் சமச்சீர்மையின்மையின் காரணமாகப் பரப்பின் கூறுகளான மூலக்கூறுகள் பொருளின் உட்பகுதிக்கு இழுக்கப் படுகின்றன. இந்த உள்ளீர்ப்பு மேற்பரப்பை சுருங்கச் செய்து, அதன் விளைவாகப் பரப்பின் கூறுகளான மூலக்கூறுகள் பொருளின் உட்பகுதிக்கு இழுக்கப்படுகின்றன. இந்த உள்ளீர்ப்பு மேற்பரப்பை சுருங்கச் செய்து, அதன் விளைவாக பரப்பின் சமதளத்தில் ஒரு விசையை உருவாக்குகிறது. நீர்மப் பரப்பின் இழுவிசையாலேயே நீர்மத் துளிகள் கோள வடிவைப் பெறுகின்றன; நுண்குழாய் வழியே நீர்மம் உயரவும், நுண்துளை மிகுந்த திண்மத்தின் வழியே பாயவும் செய்கிறது. புறப்பரப்பளவின் விரிவை எதிர்க்கும் வகையில் ஒரு செ.மீட்டருக்குத் தோன்றும் விசைப்பரப்பி, இழுவிசை (surface tension) எனப்படுகிறது. இவ்வரையறை படம் 1இல்

விளக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு கம்பிச் சட்டத்தில் நீர்மப் படலமொன்று நகரும் தண்டால் இழுக்கப்படுகிறது.

$r = f/2l$  என்னும் கோவையிலிருந்து பரப்பு இழுவிசை ( $r$ ) கணக்கிடப்படுகிறது. இங்கு  $f$  படலத்தின் மீது தாக்கப்படும் விசை;  $l$  தண்டின் நீளம். நீர்மப் படலத்திற்கு முன்னும், பின்னுமாக இரு பரப்புகள் உள்ளமையைக் குறிப்பிடும் வகையில் 2 என்னும் காரணி இடம் பெறுகிறது. பரப்பு இழுவிசையின் அலகு  $Nm^{-1}$  (நியூட்டன் / மீ) ஆகும்.



படம் 1.

பல ஆய்வு முறைகளின் வாயிலாக அளந்தறியவல்ல பரப்பு இழுவிசை வெப்பநிலை உயர்வால் குறைகிறது. நீர்மத்தின் நிலைமாறு வெப்ப நிலையில் அதன் மதிப்பு சுழியாகும்.

நீர்ம - வளிம - திண்ம இடைப்பரப்பின் முதன்மையான துணையலகு, தொடுகைக் கோணம் (contact angle) ஆகும். கண்ணாடிப் பரப்பை நனைக்கும் நீர் போன்றவற்றிற்குத் தொடுகைக் கோணம் 0 ஆகும். கண்ணாடிப் பரப்பின் மீது ஒட்டாத பாதரசத்தின் தொடுகைக் கோணம்  $180^\circ$

$$r = h\rho g r / 2 \cos \theta$$

$h$ : நுண்துளைக் குழாயில் நீர்மத்தின் உயரம்.

$P$ : அடர்த்தி

$r$ : நுண்துளைக் குழாயின் குறுக்கு ஆரம்.

தட்டையான நீர்மப்பரப்பை விடக் குழிப்பின்மை (concave meniscus) கொண்ட நீர்மப் பரப்பின் ஆவியழுத்தம் குறைவாகும்; குவிப்பிறை (convex meniscus) நீர்மப் பரப்பின் ஆவியழுத்தம் கூடுதலாகும். நீர்மத் துளியின் அளவுக்கும் ஆவியழுத்தத்துக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் சமன்பாட்டைக் கெல்வின் வகுத்தார்.

$$\ln (p/p_0) = 2Mr/Rjpr$$



இங்கு,

$P_0$  = சமதள நீர்மப் பரப்பின் ஆவியழுத்தம்

$P$  = நீர்மத்துளியின் (திவலையின்) ஆவியழுத்தம்

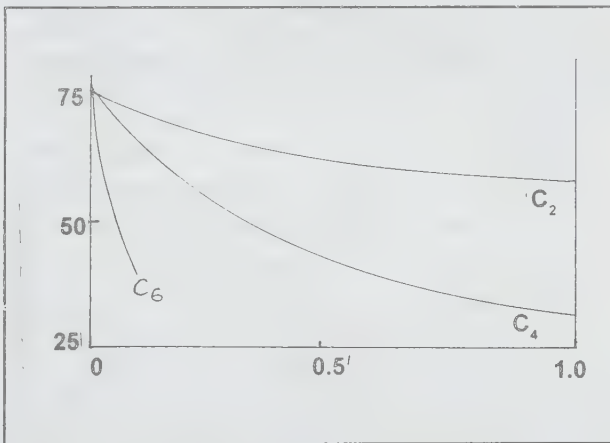
$M$  = மூலக்கூறு எடை  $R$  = வளிம மாறிலி

$r$  = புறப்பரப்பு விசை  $T$  = வெப்பநிலை (K)

$\rho$  = அடர்த்தி  $r$  = துணியின் வளைவு ஆரம்

புறப்பரப்பு ஆற்றல்.  $H = G - T (\delta G / \delta T)_p$  என்னும் பொது வெப்பவியக்கவியல் சமன்பாட்டை  $H = r - T (r / T)_p$  என்னும் புறப்பரப்புச் சார்புடைய சமன்பாடாக மாற்றியமைக்கலாம்;  $H$  = அலகு புறப்பரப்பு உள்ளுறை வெப்பம்,  $20^\circ\text{C}$ இல் நீரின்  $H$  மதிப்பு  $116.2$  எர்க்/செ.மீ<sup>2</sup> ஆகும். இது  $1$  செ.மீ<sup>2</sup> நீர்மப் பரப்பை அழிப்பதால் விளையும் இயல்பாற்றல் குறைவேயாகும். நுண்துகளாக்கப்பட்ட படிகப் பொருளின் புறப்பரப்பு அளவைக் கண்டறிவதற்கு இவ்வெப்ப அளவு அடிப்படையாகிறது.

கரைசல்களின் பரப்பு இழுவிசை. கரைப்பானின் பரப்பு இழுவிசையை பாதிக்கும் விதத்தின் அடிப்படையில் கரைபொருள்களை நுண்புழை ஏறு (capillary active) வகை, நுண்புழை ஏறா (capillary inactive) வகை என பகுக்கலாம். நீரியக் கரைசல் காற்று இடைமுகப் பரப்புக்குக் கனிம மின்பகுளி, குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட கரிம உப்பு, சர்க்கரை, கிளிசரின் போன்ற சில எளிதில் ஆவியாகாத, அயனியாகாத பொருள் ஆகியன நுண்புழை ஏறாப்பொருட்களாகும். கரிம அமிலங்கள், ஆல்கஹால், ஈதர், எஸ்டர், அமீன், கீட்டோன்



படம் 2

முதலியன நுண்புழை ஏறுவகையைச் சார்ந்தவை. நீர்ப்பரப்பின் மீது இப்பொருட்களின் தாக்கம் மிகுதியாகும். கொழுப்பு அமில நீரியக் கரைசல்களின் பரப்பு இழுவிசை - செறிவு, சார்பு அசெட்டிக் ( $C_2$ ) பியூட்டிக் ( $C_4$ ) ஹெக்சனாயிக் ( $C_6$ ) ஆகிய 3 அமிலங்களும் படம் 2 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

கொழுப்பு அமிலச் சேர்க்கையால் நீரின் பரப்பு இழுவிசை குறைவதால், கொழுப்பு அமிலங்கள் நீர்மப் பரப்பில் தன்னிச்சையாக செறிவடைகின்றன. சோப்பு, பிற சலவைத் தூள் ஆகியன கிடைமுகப் பரப்புவிசையைக் குறைப்பதால், துணி துவைக்கையில் அழுக்குத் துகள்களின் மீது புறப்பரப்புப் படலங்கள் உருவாகின்றன.

1876இல் கிப்ஸ் (Gibbs) என்பார் நீர்மப் புறப்பரப்பின் மீது உட்கவர்தல் நிகழ்வுக்கும், பரப்பு இழுவிசை மாற்றத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கும் சமன்பாட்டை வருவித்தார்.

$$\text{புறப்பரப்புச் செறிவு } (\gamma_2) = -(1/RT) (\delta r / \delta \ln a_2)$$

$a_2$  = கரைபொருள் செறிவு

ஒரு கரைபொருள் கரைப்பானின் பரப்பு விசையைக் குறைத்தால், பரப்பின் மீது உட்கவர்தல் நிகழும். இங்கு உட்கவர்தல் தன்னிச்சையான செயலாகும். மாறாக, கரைபொருள் கரைப்பானின் பரப்பு இழுவிசையைக் கூடுதலாக்கினால் புறப்பரப்புப் பகுதியைக் கரைபொருள் தவிர்த்துவிடும். (எ-டு: சோப்). ஆனால் நீரின் புறப்பரப்பு விசையை உயர்த்தவல்ல கரைபொருள்கள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

புறப்பரப்புப் படலங்கள் (Surface films). நீரில் கரையாத பொருள்களுள் சில நீர்ப்பரப்பின் மீது பரவி நிற்கும். இப்படலத்தை ஒரு நல்லியல்பு வளிமமாகக் கருதி நிலைச் சமன்பாட்டை வருவிக்கலாம். இறுக்க முடியாத ஒற்றை மூலக்கூறு நீர்ம அடுக்குகளை ஒடுக்கப்பட்ட ஒற்றை மூலக்கூறு அடுக்குகள் (condensed monolayers) என்றும், அவற்றுக்கு நேர் எதிராக, ஒரு மூலக்கூறுக்குப் பெரிய பரப்பை கொண்டவையும், எளிதில் இறுகவல்லனவையுமான நீர்ம அடுக்குகளை வளிம ஒற்றையடுக்குகள் (gaseous monolayers) என்றும் குறிப்பிடுதல் வழக்கம். ஒடுக்கப்பட்ட ஒற்றையடுக்குகளை நீண்ட சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட அலிஃபாட்டிக் அமிலங்கள், ஆல்கஹால்கள், அமீன்கள், அமைடுகள் ஆகியன தருகின்றன. இவற்றில் ஒரு மூலக்கூறுக்கான கீழ் வரம்புப் பரப்பளவு சங்கிலியின் நீளத்திற்குச் சார்பற்றது. ஸ்டியரிக் அமிலம் இவ்வகைக்குச்

சிறந்த சான்றாகும். காப்பாச்சில் தொகுதி நீரில் மூழ்கியும், ஹைட்ரோ காப்பன் சங்கிலிப் பகுதி புறப்பரப்புக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டும் இருக்கும். இக்கருத்துப் படிமத்தின் அடிப்படையில் ஸ்டீயரிக் அமில மூலக்கூறின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பைக் கணக்கிட இயலும் என்பது இக்கருத்து உண்மையே என்பதைப் புலப்படுத்துகிறது.

**திண்மப் பரப்பின் மீது பரப்புக் கவர்ச்சி.** நுண் துகளாக்கப்பட்ட திண்மத்தை நீர்த்த சாயக் கரைசலிலிட்டால், கரைசலின் நிறம் குன்றுவதைக் காணலாம். இதே போன்று நுண்ணுருளான திண்மத்தைக் குறையழுத்தத்திலுள்ள வளிமக் கலமொன்றில் புகுத்தினால், வளிமத்தின் அழுத்தம் மேலும் மேலும் குறைவதைக் காணலாம். இச்சூழ்நிலைகளில் சாயம் அல்லது வளிமத் திண்மப் பரப்பின் மீது ஈர்க்கப்படுகிறது. இப்பரப்புக் கவர்ச்சியின் எண் மதிப்பு (magnitude) வெப்பநிலை, உட்கவரப்படும் பொருளின் தன்மை, பரப்புக் கவர்வானின் (adsorbent) தன்மை, கவரப்படும் பொருளின் செறிவு அல்லது அழுத்தம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது.

**உட்கவர்தலை இயற்பிய உட்கவர்தல் (physical adsorption) வேதி உட்கவர்தல் (chemical adsorption)** என வகையிடலாம். முந்தைய வகை ஒரு வளிமம் நீர்மமாக சுருங்குவதை ஒத்தது. ஈர்க்கப்பட்ட பொருளைப் புறப்பரப்பிலிருந்து எளிதில் அகற்றி விடலாம். உட்கவர்தல் நிகழ்வு யாவற்றிலும் வெப்ப உமிழ்வு நிகழ்கிறது. இயற்பிய வகையில் வெப்ப உமிழ்வு மிகக் குறைவாகும். வேதி உட்கவர்தல் என்பது வேதிப் பிணைப்பை உருவாக்கும் எலெக்ட்ரான் மாற்றச் செயலாகும். ஈர்க்கப்பட்ட பொருளை அகற்றுதல் எளிதன்று. வெப்ப உமிழ்வு கணிசமாகும். இயற்பிய வகையில் பலமூலக்கூறு அடுக்குகள் தோன்றுகையில், வேதிவகையில் ஒற்றை மூலக்கூறு அடுக்குகள் தோன்றுகின்றன. முந்தைய

வகை விரைவில் சமநிலை எய்துகிறது. வேதி வகையில் ஒரு சிறும நிலைக் கிளர்வு ஆற்றல் தேவைப்படுவதால் குறைவான வெப்பநிலையில் நிகழ்ச்சியின் வேகம் குறைந்து காணப்படும்.

ஒரு திண்மப் பரப்பின் மீது (அலகு பரப்பளவுக்கு) ஈர்க்கப்பட்டுப் பொருளின் கொள்ளளவை அல்லது செறிவை, பரப்புடன் சமநிலையிலுள்ள வளிம அழுத்தத்துடன் (மாறாத வெப்பநிலையில் அளக்கப்பட்டவை) வரைபடமாக்கினால், இவ் வரைபடம் பரப்பு ஊன்றுகைச் சமவெப்பநிலைக் கோடு (adsorption isotherm) எனப்படும்.

இயற்பியல் வகைப் பரப்புக் கவர்ச்சிக்கு ஐ வகைச் சம வெப்பநிலைக் கோடுகள் தோன்ற வாய்ப்புண்டு. (படம் 3 அ, ஆ, இ, ஈ, உ). இவை யாவற்றிற்கும் அடிப்படை புருனாயர் - எம்மட் - டெல்லர் (Brunauer - Emmett - Teller - BET) கொள்கையாகும். இது (BET) சமன்பாடு எனப்படும்.

$$(p/v (p^0 - p)) = (1/v_m c) + ((c-1)p/v_m c p^0)$$

$V_m$ : கவர்வான் பரப்பு முழுதும் இடைவெளியின்று ஒற்றை மூலக்கூறு அடுக்கினால் மூடப்பட்ட நிலையில் உட்கவரப்பட்ட வளிமத்தின் பருமன்.

$V$ : மற்றச் சூழ்நிலைகளில் ஈர்க்கப்பட்ட வளிமப் பருமன்.

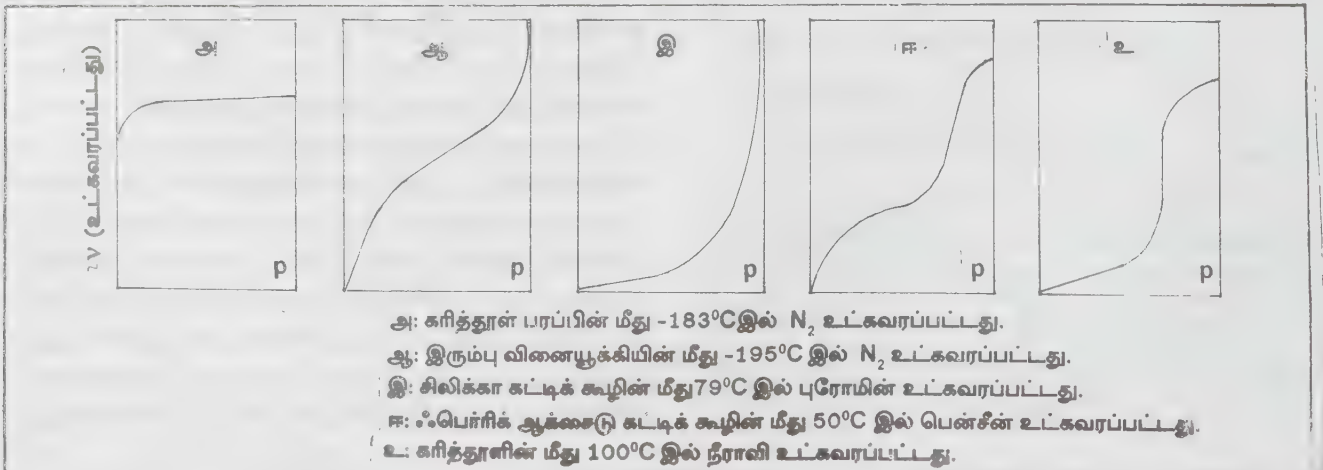
$p^0$ : வளிம நிலையில் கவரப்படும் பொருளின் ஆவியழுத்தம்

$p$ : உட்கவர் சமநிலையில் வளிம அழுத்தம்

$c$ : குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு மாறிலி

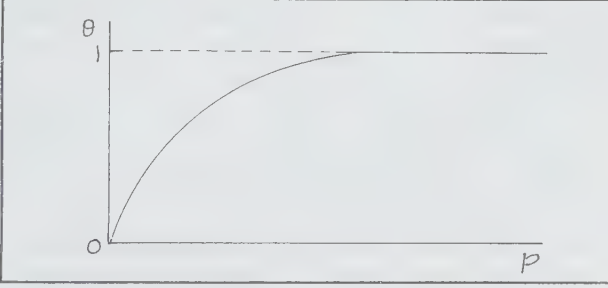
$V$ : உட்கவரப்பட்ட வளிமப் பருமன்.

வேதி வகைப் பரப்புக் கவர்ச்சியின் அளவறி பகுப்புக்குப் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ள சம வெப்பநிலைக்





கோடுகளுள் குறிப்பிடத்தக்கவை லாங்மேர், (Langmuir), ஃப்ராண்ட்லிச் (Freundlich) சமன்பாடுகளின் அடிப்படையில் வரையப்பட்டனவாகும்.



படம் 4

லாங்மேர் சம வெப்பநிலைக்கோடு (படம்.4)

$\theta = Kp/(1+Kp)$  எனும் சமன்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

இங்கு  $\theta$ : பரப்பின் ஊன்றுகை இருக்கைகளில் வளிம மூலக்கூறுகளால் நிரப்பப்பட்ட பின்னப் பரப்பளவு (coverage fraction)

K: பரப்புக் கவர்ச்சிக்கான சமநிலை மாறிலி

p: பரப்புடன் சமநிலையிலுள்ள வளிம அழுத்தம்

லாங்மேர் சமவெப்பநிலைக் கோட்டுச் சமன்பாடு பின்வரும் தற்கோள்களின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டது.

(1) ஆவி நிலைமையில் கவரப்படும் பொருள் நல்லியல்புத் தன்மையுடையது. (2) உட்கவரப்பட்ட வளிமம் ஒற்றை மூலக்கூறு அடுக்கினாலானது. (3) பிணைக்கும் இருக்கைகள் யாவும் வளிம மூலக்கூறுகளை ஒரேயளவு நாட்டத்துடன் (affinity) தேக்குகின்றன. (அதாவது, பரப்பு சமச்சீர்மை மிக்கது). (4) ஈர்க்கப்பட்ட(அண்டை) மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று பக்கவாட்டில் ஈர்ப்பதில்லை. (5) ஈர்க்கப்பட்ட வளிம மூலக்கூறுகள் இடம் பெயர்வதில்லை. முதல் இரு தற்கோள்கள் குறைந்த அழுத்தத்தில் மட்டுமே ஏற்புடையன. நடை முறையில் பரப்புகள் சமச்சீர்மையற்றனவாதலால் தற்கோள் (3) வலிவிழக்கிறது. ஒரே படிசுத்தின் வெவ்வேறு பக்கங்களும், முனைகளும், படிசுக் குறைபாடுகளும் வெவ்வேறு நாட்டங்களைக் கொண்டுள்ளன. பரப்பின் மீது அமரும் மூலக்கூறுகளின் செறிவு உயர, உயர மாறாப் பருமனில் அளக்கப்படும் பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பம் (isosteric heat of adsorption) உயர்கிறது. சமச்சீர்மையற்ற பரப்பினால்

தோன்றும் விளைவுக்கு எதிர்விளைவான இது மூலக்கூறுகளின் பக்கவாட்டு இடையீட்டால் மட்டுமே தோன்றமுடியும்; புறப்பரப்புப் படலங்கள் அசையவும், நகரவும் வல்லன என்பதற்கு ஆய்வுச் சான்றுகள் பலவும் உள்ளமையால் தற்கோள் (5) பொருந்தாது.

செயலறிவு நோக்கில் லாங்மேர் சமவெப்பநிலைச் சமன்பாட்டை விட ஃப்ராயின்ட்லிச் சமன்பாடு பயனுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

$$\chi_m = Kc^n$$

X: உட்கவரப்படும் பொருளின் எடை

m: பரப்புக் கவர்வானின் எடை

K, n: மாறிலிகள்

ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியே லாங்மேர் சமன்பாட்டைச் சார்ந்திருக்கும் பல வகை இருக்கைகளைக் கொண்ட சமச்சீரற்ற பரப்புக்கு ஃப்ராண்ட்லியஸ் சமவெப்பநிலைச் சமன்பாடு ஏற்றதாகும். இச்சமன்பாட்டின்படி செறிவு அல்லது அழுத்தம் உயர, உயரக் கவரப்படும் பொருளின் எடையும் உச்ச வரம்பின்றி கூடும். எனவே, பெருமளவு மூடப்பட்ட பரப்புகளுக்கு இச்சமன்பாடு பயன்படுத்தத்தக்கதன்று.

மின் இரட்டை அடுக்கு (Electrical double layer). மாறுபட்ட வேதி இயைபு கொண்ட இரு வேறு நிலைமைகள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டிருப்பின், அவற்றுக்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றக் கூடும். இதன் விளைவாக இடைமுகத்தின் ஒருபுறம் நேர் மின்னேற்றமும், மறுபுறம் எதிர்மின்னேற்றமும் அமைகின்றன. இதனை இரட்டை அடுக்கு (double layer) என்பர்.

இந்நிலைமைகளுள் ஒன்று திண்மமாகவும், மற்றொன்று மின்பகுளிக் கரைசலாகவும் இருப்பின், இரட்டை அடுக்குக்குப் பல்வேறு வடிவமைப்புகள் பொருந்துகின்றன. இரு மின்னேற்ற வரிசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணையான தளங்களில் இருப்பின், இவ்விரட்டை அடுக்கு ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் இரட்டை அடுக்கு (Helmholtz double layer) எனப்படும். திண்மத்தின் மீதான நேர்மின்னேற்றத்தைச் சீராக்கும் அளவுக்குக் குறிப்பிட்ட தொலைவில் எதிர் மின்னேற்றத்தின் ஒரு பகுதியும், பல்வேறு தொலைவுகளில் விரவிய நிலையில் எஞ்சிய எதிர் மின்னேற்றமும் இருப்பின், காய் (gouy) இரட்டை அடுக்கு தோன்றியதாகக் கருதப்படும். இவ்விரண்டு நிலைகளின் கலப்பினத்திற்கு ஸ்டர்ன் (Stern) இரட்டை அடுக்கு எனப் பெயர். கரைசலில் மின்னேற்றப்



பங்கீடு முழுமையும் விரவலாகவே இருக்கவும் வாய்ப்புண்டு. திண்மம் எதிர்மின்னேற்றத் தையும், கரைசல் நேர் மின்னேற்றத்தையும் ஏற்கும் சூழ்திலையில் மேலும் தூன்கு வகைகள் (மேற்சூறியவற்றுக்கு நேர் எதிரிடையாக ஒத்தன) உருவாகின்றன (படம் 5).

இரட்டை அடுக்குகளின் தோற்றத்தின் உடன் விளைவாக நான்கு தோற்றப்பாடுகள் கண்டறியப் பட்டுள்ளன. நீர்மத்தில் அமிழ்ந்துள்ள திண்மத்தை நகர்த்தினால் படிதல் அழுத்தம் (sedimentation potential) எனும் அழுத்த வேறுபாடு நீர்மத்தின் இரு பகுதிகளுக்கிடையே தோன்றுகிறது. மாறாக, ஒரு நிலையான திண்ம அமைப்பை விரைவாகக் கடந்து நீர்மம் பாய்கையில் அருவியழுத்தம் (streaming potential) எனப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகிறது. இயக்கத்தால் மின்னழுத்தம் உருவாவதற்குப் பதிலாக, மின்னழுத்தத்தால் இயக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம். இத் தோற்றப்பாடுகள் மின்பரப்புக் கவர்ச்சி, மின்னாற் சவ்வுடு பரவல் எனப்படும்.

பயன். பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு, அயனிப் பரிமாற்றம், கரைசால் (sol), பால்மம் ஆகியன புறப்பரப்பு வேதியியலின் பயன்களாகும். ஓர் அடுக்குக் கலனில் அடைக்கப்பட்ட திண்மத்தின் வழியாகப் பாய்ந்து செல்லும் வளிம அல்லது கரைசலிலிருந்து கூறுகளைப் பிரிக்கும் முறைக்கு நிரச்சாரல் பிரிகை (chromatography) எனப் பெயர். இலைகளிலுள்ள பச்சையத்தைக் கரைசலாக்கி, தகுந்த திண்ம அடுக்குக் கலன் வழியே ஊடுருவவிட்டு, கரைப்பானால் கழுவினால், இலைவிலுள்ள பல்வேறு நிறமிகள் தனித்தனிப் பட்டைகளாக அடுக்குக் கலனில் பிரிகின்றன. மேன்மேலும் கரைப்பானை ஊற்றினால், உட்கவரப்பட்ட பொருள்கள்

ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவும், படிப்படியாகவும் அடுக்குக் கலனினூடே இறங்கி வெளிவரும். ஒரு கலவையில் மிகச் சிறிதளவே இடம் பெறக்கூடும் கூறுகளையும் இவ்வழி முறையைப் பயன்படுத்திப் பிரிக்கலாம். அலுமினா, மக்னீசியா, கரித்தூள் ஆகியன சிறந்த படிப்புக் கவர்வான்களாகும். நிறமற்ற பொருள்களைப் பிரிக்கும் போது, அடுக்குக் கலனில் அவற்றின் இருக்கைகளைக் கண்டறிவதற்கு ஒளிர்தல் (fluorescence) பயன்படுகிறது.

வளிமக் கலவையின் கூறுகளைப் பிரிப்பதற்கு வளிம நிறச்சாரல் பகுப்பு (gas chromatography) எனும் உத்தி பயன்படுகிறது. ஒரு கரைசலிலுள்ள அயனிகளை அகற்று வதற்கு பல்லுறுப்பு மூலக்கூறுகளாலான வலையமைவு கொண்ட உப்புகளும், அமிலங்களும், காரங்களும் பரப்புக் கவர்வான்களாகப் பயன்படுகின்றன. நேர்மின் அயனிப் பரிமாற்றம், எதிர்மின் அயனிப் பரிமாற்றம் என இருவகை கொண்ட இம்முறையால் நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகளை அகற்ற இயலும். ஒரு வகை மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளை மட்டுமே உட்புகவிடும் சவ்வுகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

கூழ்மங்கள். புறப்பரப்பு வேதியியலைக் கொள்கையாகக் கொண்டு செயல்படும் அமைப்புகள் கூழ்மங்களாகும். கூழ்மங்கள் கரைசல்களைப் போலல்லாமல் பல்லினமானவை. பிரிகை நிலைமை, பிரிகை ஊடகம் என இரு நிலைமைகள் ஒவ்வொரு கூழ்மத்திலும் இருத்தல் வேண்டும். வளிமம், நீர்மம், திண்மம் ஆகிய நிலைமைகளின் இருகூறு அமைப்புகளே கூழ்மங்களாகும். இவற்றுள் நீர்மத்தில் திண்மத்துகள் சிதறியிருக்கும் கரைசல்கள், நீர்ம-நீர்ம அமைப்புகளான பால்மங்கள் (emulsions), திண்ம - வளிமக் கலவைகளான



தூசுப்படலங்கள் (aerosols), நீர்-வளிமக் கலவைகளான நுரை மற்றும் முகில்கள் ஆகியன முதன்மையானவை.

நீர்மத்தில் திண்மம் சிதறிய நிலையில் இரு வகை உண்டு. அவை, கரைப்பான் ஏற்கும் கரைசால்கள் (lyophilic sols), கரைப்பான் ஒதுக்கும் கரைசால்கள் (lyophobic sols) என்பன. நீரில் சிதறிய புரதங்கள் (ஊன்பசை), ஸ்டார்ச், சோப் ஆகியன நீர் ஏற்கும் (hydrophilic) கரைசால்களாகும். நீரில் சிதறிய தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம் போன்ற உலோகக் கரைசால்கள், சில உலோக ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவுகள் ஆகியன நீர் ஒதுக்கும் கரைசால்களாகும். பிந்தைய வகை, முந்தைய வகையை விட நிலைப்புத் தன்மை குறைந்துள்ளமையால் எளிதில் வீழ்படிவாகும். கூழ்ம நிலையில் இதன் துகள்கள் ஒரேவகை மின் குறியீட்டைக் கொண்டுள்ளமையால் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன. இவ்வகையில் ஒரு மின்பகுளி பொருளைக் கலக்கும்போது கூழ்மத் துகள்களின் மீதான மின்னேற்றம் ஒருநிலையாக்கப்பட்டு, துகள்களிடையே வாண்டர்வால்ஸ் வகைப் பரப்புக் கவர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது. இதனால் துகள்கள் ஒன்றிணைந்து பெரிய துகள்களாகி வீழ்படிவாகின்றன. வீழ்படிவை மீண்டும் கூழ்மமாக்குவதற்கு (peptisation) மின்பகுளி தேவைப்படும். கரைப்பான் விலக்கும் கரைசாலை வீழ்படிதலிலிருந்து காப்பதற்குக் கரைப்பான் ஏற்கும் கரைசாலைச் சேர்க்கலாம். இதனைக் கூழ்மநிலைக் காப்பு என்பர். நீர் ஏற்கும் கரைசால்கள் நிலையான மின்குறியீடு கொண்டிருப்பதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட pH மதிப்புக்குக் குறைவாக நேர்குறியீடும், அதற்கு மேற்பட்ட pH மதிப்புகளில் எதிர்க் குறியீடும் கொண்டுள்ளன. இந்தநிலை pH மதிப்பு கரைசாலுக்கு கரைசால் வேறுபடும் இம்மின்கமை மாய்நிலையில் (isoelectric point) கரைசால் வீழ்படிவாகும். இவ்வியல்பு உயிர் வேதியியலில் அமினோ அமிலங்களைப் பற்றிய அறிதலில் முதன்மையானது. சில சூழ்நிலைகளில் வீழ்படிவுக்குப் பதிலாகப் பாகுதன்மை கொண்ட நீர்மமே கிட்டும். பாகுத்துளிகள் (coacervates) எனப்படும் இந்தநீர்மத் துளிகள் எதிரெதிர் மின்சுமை கொண்ட இரு கரைப்பான் ஏற்கும் கரைசால்களைக் கலக்கும் போது தோன்றுகின்றன.

கட்டிக்கூழ் அல்லது களி (gel) இருவகைப்படும். ஜெலாட்டினைப் போன்ற மீள்வகையில் நீரகற்றம் செய்யப்பட்ட கூழ்மப் பொருளுடன் நீரைச் சேர்த்துக் கூழை அ.க.15-54

மீண்டும் பெறலாம்; சிலிக்காவைப் போன்ற மீளாவகையில் நீரகற்றப்பட்ட கூழ்மப் பொருளுடன் நீரைச் சேர்த்து மீண்டும் கூழ்மத்தைப் பெற முடியாது. கூழ்கள் கணிசமான அளவு நீர்மத்தை உறிஞ்சிப் பருக்கின்றன. உள்ளீர்ப்பு (imbibition) எனப்படும் இச்செயலை மின்பகுளிகள் எதிர்க்கின்றன. ஜெலாட்டின் போன்ற சில கூழ்களைத் தேக்கி வைத்திருந்தால், அவற்றிலிருந்து நீர்மம் சுரக்கப்படுகிறது. நீர்த்துளிக் கக்குதல் (syneresis) எனப்படும் இச்செயல் வெப்பநிலை உயர்வாலும், திரிதலை ஊக்கும் பொருள்களாலும் திகழ்கிறது.

கூழ்களைக் கரைசால்களாகவும், கரைசால்களை மீண்டும் கூழ்களாகவும் மாற்றுதல் (thixotrophy), புதைமணல், சதுப்புதிலம், உயிர்மூலப்பொருள் ஆகியவற்றில் இத்தோற்றப்பாடு வெளிப்படுகிறது. பரப்புகளுக்குப் பூச்சு அளிப்பதற்கும், எண்ணெய்க் கிணறு தோண்டுவதற்கும் இச்செயல் உதவியாக உள்ளது. வண்ணப்பூச்சுக்கள் தூரிகையினால் பூசப்படும்போது நன்கு பரவுகின்றன; அதேநேரம் பூசப்படும் பரப்பில் தானே கீழ்நோக்கிப் பாய்வதில்லை.

கூழ்ம மின்பகுளிகள் (Colloidal electrolytes). நீர்த்த நிலையில் சாதாரண உப்புக் கரைசலைப் போன்றிருக்கும் சோப்புக் கரைசல் (சோடியம் ஸ்டிரேட் கரைசல்) செறிவு கூடுதலாகும் போது அயனிகள் திரண்டு கொத்துகளாக (micelles) மாறுகின்றன. கோளவடிவான இவற்றில் ஹைட்ரோகார்பன் சங்கிலிப் பகுதிகள் உள்நோக்கியும், முனைவுள்ள -COO- தொகுதிகள் பரப்பின் வெளியே துருத்திக் கொண்டும் இருக்கும். இவ்வயனித் திரளலால் மின்பகுளியின் மின் கடத்துத்திறன் பெரிதும் குறையும். 200 அயனிகளைத் தரவல்லதொரு சோடியம் ஸ்டிரேட் கரைசலில் திரள் நிலையில் ஏறத்தாழ 30 அயனிகளே இருக்கும். கரைசலின் சவ்வூடு பரவலழுத்தம் குறைகிறது. சோப்பு போன்ற சலவைப் பொருள்கள் மாசுகற்றம் செய்யும் திறனுக்கு இவ்வியல்பே காரணமாகிறது.

பால்மங்கள். ஒரு நீர்மத்தில் மற்றொரு நீர்மம் சிதறிய நிலை பால்மமாகும். இரு நீர்மங்களுள் ஒன்று நீராக இருப்பின், பால்மங்களை இரண்டாக வகையிடலாம்; அவை, நீரில் எண்ணெய் சிதறிய பால்மம் (oil-in-water emulsion), எண்ணெயில் நீர் சிதறிய பால்மம் (water-in-oil emulsion) என்பன. முந்தைய வகைக்குச் சிறந்த

எடுத்துக்காட்டு: பால் (நீரில் கொழுப்பு சிதறியுள்ளது); பிந்தைய வகைக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு: மீன் ஈரல் எண்ணெய் (cod liver oil), வெண்ணெய் ஆகியன. இங்கு எண்ணெய் என்பது நீரில் கரையாத கரிமப் பொருளாகும். நீரில் கரையவல்ல சாயமொன்றை நீரில் எண்ணெய் - வகைப் பால்மத்துடன் சேர்த்தால் பால்மத்தில் சாயத்தின் நிறம் ஏற்றப்படுவதைக் காணலாம். இதே சாயத்தை எண்ணெயில் நீர் - வகைப் பால்மத்துடன் கலந்தால் பால்மம் நிறமேற்காது. இவ்விரு பால்மங்களையும் வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு இது ஓர் எளிய வழியாகும்.

பால்மங்கள் பொதுவாக நிலையற்றவை. அவற்றை நிலைத்தன்மை மிக்கவையாக்குவதற்காகப் பால்ம மாக்கிகள் (emulsifiers) எனும் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. மாசு நீக்கி (detergent), களிமண், சுண்ணாம்புக்கல், தீச்சுடரின் புகைக்கரி ஆகியனவும் பால்மங்களை நிலையாக்கவல்லன. சில சமயம் பால்மங்கள் விரும்பத்தகாதனவாகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக எண்ணெய்க் கிணறுகளிலிருந்து பெறப்படும் பெட்ரோலியம் - எண்ணெய்ப் பால்மங்களைக் கூறலாம். நீரியக் கரைசலிலிருந்து ஒரு கரைபொருளை ஒரு கரிமக் கரைப்பானில் சாறு இறக்கும் போதும் பால்மங்கள் இடையூறாகின்றன. பால்மங்களைக் கடைவதாலும், சூடாக்குவதாலும், மின்பகுளி சேர்ப்பதாலும் உடைக்கலாம்.

பலபடித்தான வினையூக்கமும் புறப்பரப்பு வேதியியலும். புறப்பரப்பு பற்றிய அறிவு ஏனைய துறைகளை விடத் தொழிலக அளவு வினையூக்கத்திலேயே நன்கு பயன்படுகிறது. இரு வளிமங்களுக்கிடையே வினை நிகழ்வதற்கான வாய்ப்பு வளிம நிலைமையில் குன்றியுள்ளது. வினை நிகழ்வதற்குக் கட்டாயத் தேவையான மூலக்கூறிகளை மோதல்கள் இந்தநிலைமையில் நிகழ்வது எளிதன்று. ஒரு வளிமத்தைத் திண்மப் பரப்பின் மீது உட்கவரச் செய்து மற்றொரு வளிமத்தை அதன் மீது செலுத்தினால், மோதல்களும், அவற்றைத் தொடர்ந்து வினையும் விரைவாக நடக்கும். வளிம நிலையிலுள்ள வினைப்படு பொருளை உட்கவரும் திண்மப் பரப்பே வினையூக்கியாகும். இவ்வுட்கவர்தல் நிகழ்ச்சியில் தொடங்கி, இறுதி கட்டமான வினைவினைபொருள் மூலக்கூறுகள் வினையூக்கியின் பரப்பிலிருந்து விடுபடுதல் வரை வினையின் செயல்முறை நன்கறியப் பட்டுள்ளது. வினையூக்கியின் பரப்புக் கவர்ச்சி இயல்பு வினையின் செயல்பாட்டையும், போட்டியிடும் வினைகளுள் எவ்வினை பெரிய அளவில் ஊக்குவிக்கப்படும் என்பதையும் அறுதியிடுகிறது. வினையூக்கிப் பரப்பின்

அமில-காரத் தன்மைகள், உலோகத்தன்மை, குறைகடத்தி வகை ஆகியனவும் பரப்புக் கவர்ச்சியின் தீவிரத்தைப் பாதிக்கின்றன அல்லது ஊக்குவிக்கின்றன.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். J.C.Kuriakore and J.Rajaram, *Chemistry in Engineering and Technology*, Vol-I, Tata McGraw-Hill Pub.Co., New Delhi, 1984; Robert A.Alberty, *Physical Chemistry*, Sixth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1983; Gilbert W.Castellon, *Physical Chemistry*, Addison-Wesley, 1970.

## புறப்பிறப்பு

இது உயிர்த் தோன்றலைச் சார்ந்த ஒன்றாகும். இதை விளக்க முற்பட்டோர் இயற்கை தத்துவவியலார் (nature philosophers) எனப்படுவர். இவர்கள் தங்கள் கண்டு பிடிப்பின் அடிப்படையில் உயிரின வளர்ச்சியைப் பற்றி இரு வேறுபட்ட கருத்துகளை வெளியிட்டனர். அவற்றை முன் தோன்று (performation) கொள்கை என்றும், புறப்பிறப்புக் (epigenesis) என்றும் கூறுவர். முன் தோன்று கொள்கை முதிர்ந்த உயிரின உறுப்புகள் அனைத்தும் அந்த உயிர் கரு நிலையிலேயே சிறிய அளவில் அமைந்திருக்கும் எனக் குறிப்பிடும் மனிதனுடைய சிறிய உயிரியை (homunculus) ஆய்ந்துள்ளனர். கரு தொடக்க நிலையில் வேறுபாடற்ற (homogenous) நிலையிலிருக்கும். அது பாகுபாடு அடைந்த முதிர்ந்த உயிரியாக மாறும். கருவின் தொடக்க நிலையில் முன் தோன்றிய திசுக்களோ உறுப்புகளோ இல்லை. அதனால் முன் தோன்றிய கொள்கையை ஏற்றுக் கொள்ள முடியாத நிலை ஏற்பட்டது. இதைப் பொதுவாக அரிஸ்டாட்டில் கூறினார். இக்கொள்கையை உறுதிப்படுத்தியவர் ஹார்வி ஆவார். ஹார்வி நுண்ணோக்கி போன்ற கருவிகளின் துணையின்றியே அரிய கண்டுபிடிப்புகளை வெளியிட்டுள்ளார். கோழி முட்டை சைட்டோப்பிளாசத்தையும், ஒரு தியூக்ளியசையும் கொண்ட கருமுட்டை (yolk) மாறுபாடு அற்ற நிலையிலுள்ளது. இது வளர்ச்சியின் காரணமாகச் சிக்கலான, பல உறுப்புகளைக் கொண்ட கோழியைத் தோற்றுவிப்பது எப்படி என்பதே ஹார்வி காலத்தில் எழுப்பப்பட்ட வினையாகும். கோழி முட்டையின் வேறுபாடு பெறாத உயிருள்ள பகுதி, கருக்கோளத்தகடை



(blasto disc) மையமாகக் கொண்டுள்ளது. இது கருமுட்டைப் பகுதியின் மேலே வெள்ளைப் புள்ளியாக அமைந்துள்ளது. இதைக் கண்டு அறிவித்தவர் ஹார்வியேயாவார்.

டிரெயிச் என்பார் கடல் சாமந்தி (sea urchin) என்னும் உயரினத்தை ஆய்வு செய்தார். 2 அல்லது 4 செல் நிலையிலுள்ள கருவிலிருந்து கருக்கோளச் செல்லை நீக்குவதால் கருவின் ஒரு பகுதி மட்டுமே வளர்ந்து நாலில் ஒரு பங்கு கருவைக் கொடுக்கலாம் அல்லது கருவின் பாதி வளர்ந்து அரைக் கரு மட்டும் கொடுக்கலாம் அல்லது கால் பங்கு உருவமுள்ள முழுக்கரு உண்டாகலாம் எனக் கண்டறிந்தார்.

உல்ஃப் என்பார் 1759இல் கோழியின் கருவைக் கொண்டு நடத்திய ஆய்வின் வாயிலாகப் புறப்பிறப்புக் கொள்கையை நிலை நாட்டினார். கோழிக்கருவின் மூலப்பொருள் பாகுபாடற்ற கோழியின் உறுப்புகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகவே தோன்றுகின்றன என்று அவர் அறுதியிட்டுக் கூறினார். அவர் கரு வளர்ச்சியை விவரிக்கும் போது பயன்படுத்திய சிறு குமிழ், கொப்பளம், ஆம்புலே (ampullae) முதலிய சொற்கள் செல் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை போல் தோன்றுகின்றன. உல்ஃப் கொள்கைக்கு எதிர்ப்பு இருந்தது. வான்மோல் என்பார் தாவரச் செல்லிலும், டுஜார்டின் என்பார் விலங்குச் செல்லிலும் புரோட்டா பிளாசத்தைக் கண்டுபிடித்தவுடன் புறப்பிறப்புக் கொள்கைக்கு பேராதரவு கிடைத்தது.

தி.ஸ்ரீ சுணேசன்

## புற முந்தீரகம்

நிலக்கூற்றியலின் அடிப்படையில் இந்தியாவை முப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். முந்தீரகம் என்பது சிந்து கங்கைச் சமவெளிக்குத் தெற்கே உள்ள பகுதி. சிந்து கங்கைச் சமவெளி என்பது இந்தியாவின் வடபகுதியில் அஸ்ஸாம், வங்காளம் முதல் பஞ்சாப் வரை பரவியுள்ள சமவெளியான நிலம். புற முந்தீரகம் (extra peninsula) என்பது இமய மலைத் தொடர்ச்சியையும் அதையொட்டிய மலைகளையும் கொண்டது. இம்மூன்று பகுதிகளின் நிலக்கூற்றியல் அவற்றின் நில அடுக்கியலையும் (stratigraphy) அமைப்பியலையும் (structure) பொறுத்துள்ளது.

அ.க.15-54அ

நிலக்கூற்றியல்படி (physiographically) புற முந்தீரகம், அண்மைக் காலத்தில் திகழ்ந்த புவிப்பொரைப் பெயர்ச்சிகளாலும் (tectonic) நில மடிவுகளாலும் (folding) மிளவுப் பெயர்ச்சிகளாலும் (over thrust) உண்டான மலைத் தொடர்ச்சிகளால் ஆனது. இமய மலைத் தொடர்களும் அதன் தொடர்ச்சியாக உள்ள மியான்மர் மலைத் தொடர்களும் குறிப்பிடத்தக்கவை. இமய மலைப்பகுதி அஸ்ஸாம் முதல் காஷ்மீர் வரை ஏறத்தாழ 2250 கி.மீ. தொலைவு நீளமானது. திபெத் பீடபூமியும் (plateau), அதன் வடமேற்கே பாமீர் பீடபூமியும் முறையே 4267 மீ., 3657 மீ. உயரத்தில் உள்ளன. திபெத் மலைப்பகுதியின் முதுகெலும்பு போல் காரகோரம் மலைத்தொடர் உள்ளது. புறமுந்தீரகத்தில் மிக முதன்மை யானவை கைலாஷ், லத்தாக் மலைத் தொடர்களாகும். இதிலுள்ள உலகில் மிக உயரமான எவரெஸ்ட் சிகரம் 8847.70 மீ. உயரம் கொண்டது.

இமயமலைத் தொடர் நீளவாக்கில் சிவாலிக் அடிவார மலைகள் (foot hills), தாழ் இமயமலைப்பகுதி (lesser Himalayan zone), நடு இமயம் அல்லது பேரிமயம், இமயம் கடந்த மலைப்பகுதி (trans Himalayan) என நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இவை ஒன்றிற்கொன்று இணையாக உள்ளன.

புற முந்தீரகத்தின் வடமேற்கில் கஜாரா முனையில் இருந்து கிழக்கில் சீன எல்லை வரை ஏறத்தாழ 20 முதன்மை ஆறுகள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை சிந்து நதி, கங்கை நதி, பிரம்மபுத்திரா நதி ஆகிய ஆறுகளில் சேர்கின்றன. தொடக்க நிலைகளில் இவை பனிக்கட்டி உருகுவதால் வரும் நீரால் உண்டாகின்றன.

புற முந்தீரகப் பகுதியில் பல குறிப்பிடத்தக்க ஏரிகள் உள்ளன. இவை பெரும்பாலும் மலை வளர் புவிப்பொரைப் பிறழ்ச்சிகளால் உண்டானவை. மேலும் இவை பனிக்கட்டி ஆறுகளால் படிவுறும் பனியாற்றுப் பொதிப் பொருள்களால் ஆறுகள் தடைப்பட்டாலும் உண்டாகும். தென் திபெத்தில் உள்ள மானசரோவர் ஏரி ஏறத்தாழ 520 ச.கி.மீ. பரப்பளவு கொண்டது. நைனிடால் ஏரி, உலார் ஏரி, காஷ்மீரில் தால் ஏரி ஆகியவை பெயர் பெற்றவை. புறமுந்தீரகம் இன்றும் மலைவளர் - கிளர்ச்சிகளால் அவ்வப்போது பாதிக்கப்பட்டு நில அதிர்ச்சிக்குள்ளாகிறது. ஆங்காங்கு வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் எரிமலை இயக்கத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்குகின்றன.

புறமுந்தீரகத்தின் வடக்கே இருந்த டெத்தில் கடலடித் தொய்வில் (geosyncline) பொதிந்த படிவுகளால் ஆனதே புறமுந்தீரகம். இது கேம்பிரியன் முதல் பிளைஸ்டோசின் வரை படிந்த படிவுகளால் ஆனது. ஆகவே புற முந்தீரகத்தில் ஏறக்குறைய நிலப் பொதியியல் அடுக்குத் தூணின் முழுமையையும் காணலாம்.

புற முந்தீரக மலைகளின் கருமையான பகுதிகள் டெர்ஷியரி காலத்தைச் சேர்ந்த கிரேனைட் உள் நுழைவுகளாகும். தென்பகுதி விளிம்பில் சிந்து கங்கைச் சமவெளியின் எல்லையை ஒட்டியுள்ள பாறைகள் மையோ-பிரியோசின் காலத்தைச் சேர்ந்த நன்னீர் மற்றும் ஆற்றின் கால்வாய்ப் பகுதியின் படிவுகளால் ஆனவை.

புற முந்தீரகம் நில வரலாற்றின் அண்மைக் காலத்தில் பேரளவுகளில் நிகழ்ந்த நிலப் பெயர்ச்சிகளால் தாக்கப்பட்டுள்ளது. மலை ஆக்க விசைகள் கிரிட்டேஷியஸ், இயோசின், மையோசின், பிளைஸ்டோசீன் ஆகிய காலங்களில் இயங்கின. இன்றும் புற முந்தீரகப் பகுதிகளில் நில அதிர்ச்சிகள் அவ்வப்போது நிகழ்வதுண்டு.

முந்தீரகத்தின் வடக்கே இருந்த பண்டைக் கடலான டெத்சில் படிந்த படிவுகள் ஆசிய கண்டம் வடக்கிலிருந்து தெற்காக நழுவிய போது நிகழ்ந்த பேரழுத்தங்களால் மேலெழுந்தன. இவ்வாறு எழுந்தபோது அவை பலவிதமாக மடிக்கப்பட்டு பிளந்து பெயர்ந்து, முறிந்து ஏறவும் நழுவி நெகிழவும் செய்தன. இவ்வாறு பல நூறு கி.மீ. அகலமான பகுதிகள் கிடையாட்டமாக நில அழுத்தங்கண்டு சிக்கலான மடிப்பு மலைகளை உண்டாக்கியுள்ளன.

புவிப்பொரைப் பெயர்ச்சி மலைகள் வில் போல் வளைந்த உருவம் கொண்டுள்ளன. வளைவின் குவிந்த பக்கங்கள் முந்தீரகத்தை நோக்கியவாறு உள்ளன. இவை முந்தீரகத்தின் மேல் அழுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு மூன்று வளைவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன. அவை பலுசில்தான் வளைவு, இமய வளைவு, பர்மிய வளைவு எனப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அடுக்குகளாக உள்ள மலைகளால் ஆனவை. புற முந்தீரகம் இந்தியாவுக்கு ஓர் இயற்கை அரண் போல் அமைந்துள்ள மாபெரும் மலைப்பகுதியாகும்.

ம.ச. ஆனந்த்

## புறவெளி உடுமண்டலங்கள்

பத்தாயிரங்கோடி சூரிய விண்மீன்கள் அடங்கிய ஆகாய கங்கையாகிய பால்வீதி (milky way) உடுமண்டலத்தின் வெளியே அண்டவெளியில் மிதக்கும் ஏனைய உடுமண்டலங்களையே புறவெளி உடுமண்டலங்கள் (external galaxies) என்பர். ஒவ்வோர் உடுமண்டலமும் தனித்தனி அண்டமாகும். இதனால் இவற்றை அண்டத்தீவுகள் (island universes) எனவும் குறிக்கலாம். இத்தகைய பல அண்டங்களின் தொகுப்பே பிரபஞ்சம் (cosmos) எனப்படும்.

பெரு வெடிக் கொள்கை. ஒவ்வோர் உடுமண்டலமும் ஐம்பதாயிரம் முதல் ஒரு லட்சம் வரை ஒளியாண்டு (light year) குறுக்களவுடையது. (ஒர் ஒளியாண்டு எனப்படுவது நொடிக்கு 3 லட்சம் கி.மீ. விரைவில் பாயும் ஒளி ஓராண்டுக் காலத்தினுள் கடந்து செல்லும் தொலைவு அதாவது  $10^{13}$  கி.மீ.) உடு மண்டலம் ஒவ்வொன்றின் நிறையும் பத்தாயிரங்கோடி சூரியன்களின் முழுநிறைக்குச் ( $10^{12}$  solar masses) சமம். அவற்றின் ஒளி வெளிபாகவோ சூரியனைப் போல் 5000 கோடி மடங்கு ( $5 \times 10^{10}$ ) ஆகும்.

பால்வீதி உடுமண்டலத்திற்கு அருகில் உள்ள அண்டங்கள் மெகல்லன் பெருமுகில், சிறுமுகில் திரட்டுகளாகும். இவை ஏறத்தாழ ஒன்றரை லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவில் தெற்கு வானத்தில் நார்மா (norma) மற்றும் டெகான் (toucan) விண்மீன் கூட்டங்களுக்கு அருகில் உள்ளவை. அண்ட்ரமிடா நெபுலா 20 லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவில் தென்படும் மிகப் பொலிவான உடுமண்டலம் ஆகும். இந்த உடுமண்டலங்களை மெசியர் என்னும் வானியலார் அட்டவணைப் படுத்தினார். அதன் வரிசைப்படி ஆண்ட்ரமிடா 31-ஆம் (M-31) இடம் பெறுகிறது.

ஏறத்தாழ 60 லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவுக்கு உட்பட்ட உடுமண்டலங்களுள் எம்51, எம்81, எம்82, எம்87 ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. இத்தகைய 24 அண்டங்களின் கூட்டமைப்பே தலத்தொகுதி (local group) ஆகும். இவ்வகைப் பல்லாயிரக்கணக்கான தொகுதிகள் அடங்கியதே பிரபஞ்சம் ஆகும். 3000 லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவில் மிகத் துல்லியமாகத் தோன்றும் ஓர் உடுமண்டலம் 'கோமா' (coma) ஆகும்.



தொலை நோக்கிகள் வழியே கவனித்துப் பெறத்தக்க அனைத்து உடுமண்டலங்களுமே 1,00,000 லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவு ( $10^{23}$  கி.மீ.) பரப்பினுட்பட்டவை. இன்றுவரை அளந்தறியப்பட்டு உள்ள பிரபஞ்சத்தின் பரப்பு இதுவேயாகும். அதாவது பிரபஞ்சத்தின் குறுக்களவு ஆயிரங்கோடி ஒளியாண்டுகள் ஆகும். ஆயிரங்கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றிய விண்மீன் திரள்களையே இன்று தொலைநோக்கி வழியே பார்க்கமுடிகிறது. எனவே ஏறத்தாழ 1000 - 1500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே இந்தப் பிரபஞ்சம் பெருவெடி (big bang) ஒன்றிலிருந்து வெடித்துச் சிதறியதாகக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

உடுமண்டலங்களின் தோற்றம். இந்திகழ்வின் போது வெளிப்பட்ட வளிமத் தீவுகள் (gaseous islands) முகிழ் உடுமண்டலங்களாகித் (proto galaxies) தமக்கே உரிய வேகத்துடன் சுழலவும் தொடங்கின. அவற்றுள் உறைந்து திரண்ட ஹைட்ஜன், ஹீலிய வளிமங்கள் ஆகியன சுருக்கத்தாலும் இறுக்கத்தாலும் அழுத்தமுற்றுக் கனன்று அணுக்கருப் பிணைவு வினைகளைத் தூண்டிவிட்டன. பொலிவுடன் எரியும் விண்மீன்கள், உடுக்கணங்கள், உடுமண்டலங்கள் ஆகியவை தோன்றின. உடுமண்டலங்கள் பெரும்பாலும் தட்டையாகச் சுருள் (spiral) வடிவத்திலும், நீள்வட்டத்திலும் (Elliptical) நடுத்தண்டுச் சுருளாகவும் (barred spiral) ஒழுங்கற்ற புகைத்திட்டு களாகவும் காட்சியளிக்கின்றன. நண்டு, குதிரைத் தலை தோற்றமுடைய விண்மீன் முகில்களும் உள்ளன.

இயங்கும் உடுமண்டலங்கள். இந்த உடுமண்டலங்கள் அனைத்துமே ஒன்றையொன்று சுற்றிக்கொண்டும் ஒன்றன்பின் ஒன்றைத் துரத்திக் கொண்டும் இயங்கிய வண்ண மிருக்கின்றன. புவியிலிருந்து கவனித்தால் இந்த அண்டங்கள் விலகி உலகம் விரிவடைந்து வருவதாகத் தோன்றும். அண்டையிலுள்ள நிறை ஈர்ப்புமிக்க ஹைடிரா சென்டாரஸ் (hydra-centaurus), பெர்சியஸ் (perseus) மிகைக் கொத்துகளுடன் பாவா-இன்டஸ் (pava-indus) திரளும் தெற்கு முகமாகக் கீழிறங்கி வருகிறது. சூரிய மண்டலம் அடங்கியுள்ள பால்வீதி உடுமண்டலமும் ஏறத்தாழ 500 லட்சம் ஒளியாண்டுத் தொலைவிலுள்ள வெர்கோ மிகைக் கொத்து (virgo super cluster) விண்மீன்களால் ஈர்க்கப்பட்டு நொடிக்கு 800 கி.மீ. விரைவில் சறுக்கிச் செல்கிறது. சூரிய மண்டலமும் சிக்னஸ் (cygnus)

எனப்படும் அன்ன வடிவ உடுக்கணம் நோக்கி நொடிக்கு 250 கி.மீ. வேகத்தில் நகர்ந்து செல்கிறது.

செம்புலப் பெயர்ச்சி. ஒவ்வொரு விண்மீனும் தொலை விலகிச் செல்லுந்தோறும் அதன் நிறம் அலைநீளங்குறைந்து சிவப்பாகத் தோன்றும். (திலையம் விட்டுக் கிளம்பிய புகைவண்டியைக் கிரீச்சிடும் விசில் ஒலி தொலைவு செல்ல செல்ல அதிர்வெண் தளர்ந்து முழக்கமாவதை ஒத்தது). நிறமாலைமையில் இதைப் புலப்பெயர்ச்சி அல்லது டாப்ளர் விளைவு என்பர். இந்த செம்புலப் பெயர்ச்சி (red shift) முறையால் விண்மீன் நகர்ச்சி விரைவைக் கணிக்கலாம்.

ஒவ்வொரு “மெகா பார்செக்” தொலைவிலும் விரிவடைதல் வேகம் நொடிக்கு 50-100 கி.மீ. என கி.பி. 1925 ஆம் ஆண்டு எட்வின் ஹப்பின் எனும் அமெரிக்க வானியலார் கண்டுபிடித்தார். (ஒரு மெகா பார்செக் என்பது 32,60,000 ஒளியாண்டுகள்)

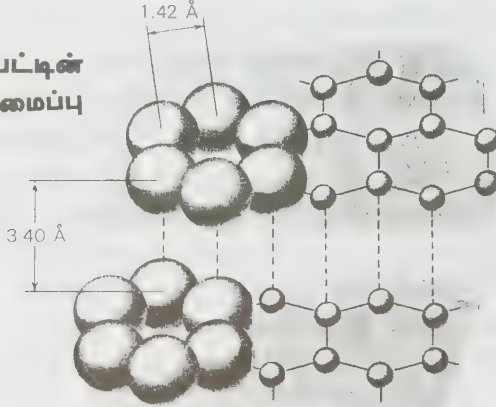
விரிந்து சுருங்கும் பிரபஞ்சம். இவர் கணிப்பின் படி 12000 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னும் விரிவடையத் தொடங்கிய இப்பிரபஞ்சம் இன்னும் 29000 கோடி ஆண்டுகள் தொடர்ந்து ஊதிப் பெருகிக் கொண்டேயிருக்கும். பின்னர் விரிவடைவின் ஈர்ப்புவிசை தளர்ந்து மீண்டும் சுருங்கி உள் அடர்ந்திடக் (implosion) கூடும். இந்திகழ்வின் உள் அழுத்தப் பெருக்கால் பின்னரும் விரிவடையத் தொடங்கும். இவ்விதம் விரிந்து சுருங்கித் துடிக்கும் பிரபஞ்சக் கோட்பாட்டை (pulsating universe theory) டாக்டர் ஆலன்சான்டேஜ் வெளியிட்டார்.

புற அண்டங்களில் உயிர்வாழ்க்கை. அண்ட வெளியில் பலவித உயிரணுக்கள் திலவி வருகின்றன என்பதைக் கி.பி.1890 ஆம் ஆண்டு எட்வர்டு பர்னார்டு என்பாரும் கி.பி.1926 ஆம் ஆண்டு ஆர்தர் எட்டிங்டன் என்பாரும் கண்டறிவித்தனர். ஆயின் இந்தப் பிரபஞ்சத்தில் புற அண்டங்களில் உயிர்வாழ்க்கை உள்ளதா என்பதற்கான ஆராய்ச்சிகள் உலகெங்கும் முனைப்பாக நடைபெற்று வருகின்றன. சூரியனையொத்த விண்மீன்களும் அவற்றி னருகே வியாழன் போன்ற மீப் பெருங் கோள்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆயின் அங்கு நீர் உறைந்தும் ஆவியாகவும் தென்பட்டாலும் உயிர்வாழ்வுக்கான தடயங்கள், அறிகுறிகள் எவையுமில்லை.

## புற வேற்றுமை

இயற்பியல் பண்புகளில் மாறுபட்டு வேதிப் பண்புகளில் மாறுபடாமல் இருக்கும் ஒரு தனிமத்தின் வெவ்வேறு உருவங்கள் புற வேற்றுமைகள் (allotropes) எனப்படும். எ-டு: வைரம், கிராஃபைட், கார்பன் என மூன்று புற வேற்றுமை உருவங்களாக இருக்கும் கார்பன் தனிமம். வைரம் மிகப் பெரிய மூலக்கூறு. இதில் கார்பன் அணுக்கள் நான்முகி வடிவில் (tetrahedral) அமைந்துள்ளன. வைரம் கடினமானது; விலை உயர்ந்தது; கிராஃபைட் மென்மையான சாம்பல் நிறம் கலந்த கருமையான திண்மம்; இது மின்சாரத்தைக் கடத்தும். கிராஃபைட்டில் ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும் மூன்று கார்பன் அணுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது மிகப் பெரிய தட்டையான வடிவுடைய மூலக்கூறு. கார்பன் மென்மையான படிக உருவற்றதாகும். இதில் பலவகை உண்டு. இது மின்சாரத்தைக் கடத்தாது. இவ்வாறு இயற்பியல் பண்புகளில் வேறுபட்டாலும் இம்மூன்று உருக்களும் வேதிப் பண்புகளில் ஒத்துள்ளன. வைரம், கிராஃபைட், கார்பன் ஆகிய மூன்றும் காற்றில் எரிந்து கார்பன் டை ஆக்சைடையே தருகின்றன.

கிராஃபைட்டின் அமைப்பு



வைரத்தின் அமைப்பு



வைரத்தில் ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும் நான்கு அண்டை கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் கிராஃபைட்டில் ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவும் மூன்று கார்பன் அணுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வைரத்தின் உருகுநிலை  $3500^{\circ}\text{C}$ ; இது மின்சாரத்தைக் கடத்தாது. இதிலுள்ள கார்பன்-கார்பன் இடைவெளி  $1.54 \text{ \AA}$ . இதன் ஒப்படர்த்தி 3.51. இது மிகையான ஒளிவிலகல் எண்

(refractive index) பெற்றிருப்பதால் வைரத்தில் படும் ஒளி சிதறி அது மிகப் பொலிவாகத் தோன்றுகிறது. வெப்ப, அழுத்தத்திற்குட்படுத்திச் செயற்கை வைரங்களைத் தயாரிக்கலாம். ஆனால் இவ்வகையில் பெற்ற செயற்கை வைரங்கள் மிகச் சிறியவை. கறுப்பு நிறமுள்ளவை; ஆகையால் அணிகலன் செய்வதற்குப் பயனற்றவை; ஆனால் மிகக் கடினத்தன்மை உள்ளவை யாதலால், வெட்டும் கருவி (cutting tool) செய்யப் பயன்படுகின்றன. இவற்றைக் கண்ணாடி வெட்டுவதற்கும், பாறைகளைத் துளைப்பதற்கும், கைக் கடிகாரங்களிலும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

வைரம் மிக அதிகமான ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள புறவேற்றுரு. அமில, காரங்களால் இது பாதிக்கப் படுவதில்லை. உருகிய சோடியம் கார்பனைட்டுடன் இது கார்பன் மோனாக்சைடைத் தருகிறது. காற்றில்  $900^{\circ}\text{C}$  இலும், ஆக்சிஜனில்  $700^{\circ}\text{C}$  இலும் சாம்பலின்றி வைரம் எரிகிறது.  $700^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் வைரமும், ஃபுளோரீனும் வினைப்பட்டுக் கார்பன் டெட்ரா ஃபுளோரைடு ( $\text{CF}_4$ ) உண்டாகிறது.

கிராஃபைட். இது மிகப் பெரிய தட்டையான வடிவுடைய மூலக்கூறு; காகிதம் போல உரியும் தன்மை உடையது. இரண்டு அடுக்குகளுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு  $3.4 \text{ \AA}$ ; இவ்விரண்டு அடுக்குகளையும் வான்டர்வால்ஸ் விசைகள் பிணைத்துள்ளன. ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் கார்பன் அணுக்கள் படத்தில் காட்டியவாறு பென்சீன் வளையங்களைப் போல இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு கார்பன் - கார்பன் இடைவெளி  $1.42 \text{ \AA}$ . இரண்டு அடுக்குகளுக்கிடையே உள்ள பிணைப்பு வலிமை குன்றியதால் மைக்கா போல அடுக்கடுக்காக உரிகிறது. இதன் ஒப்பு அடர்த்தி 2.22; எனவே வைரத்தினை விட அடர்த்தி குறைவு. அனைத்து விதக் கார்பனும் இறுதியில் கிராஃபைட்டாக மாறிவிடும்.

சாம்பல் நிறம் கலந்த கருமையுள்ள திண்மமான கிராஃபைட் மங்கலான உலோகப் பொலிவுடையது. ஓரளவே மின்சாரத்தையும், வெப்பத்தையும் இது கடத்துகிறது. அடுத்தடுத்த அடுக்குகள் சரிந்து வழக்குவதால் இது மென்மை தன்மையுடையது. ஆகையால் தான் இது மின்முனையாகவும் உயவுப் பொருளாகவும் (lubricant) பயன்படுகிறது. இதனைக் காகிதத்தில் இழுத்தால் கறுப்புக்கோடு உண்டாகும். இதையும் களிமண்ணையும் கலந்து காகிதத்தில் எழுதும் எழுதுகோல் தயாரிக்கின்றனர்.  $700^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் மட்டுமே இது காற்றில் எரியும்.



உயர் வெப்பநிலையில் மட்டுமே உருகும். ஆகையால் இதை உலைகளில் உட்பகுதிச் சுவராக வெப்பம் தாங்கும் பொருளாகப் (refractories) பயன்படுத்துகின்றனர்.

பெருமளவில் அச்சீசன் (Acheson) முறைப்படி கிராஃபைட் தயாரிக்கப்படுகிறது. வெப்பம் தாங்கவல்ல பொருளால் செய்த தொட்டியின் அடிப்பகுதியில் இரு மின்முனைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தொட்டியின் உள்ளே ஆந்தரௌசட் நிலக்கரி, மணல், சிறிதளவு இரும்பு ஆக்சைடு வினையூக்கி முதலியவை இருக்கும். இதை மின்சாரத்தால் 3000°C வரை 24 - 36 மணி நேரம் சூடேற்றினால் கிராஃபைட் கிடைக்கும். இம்முறையில் சிலிக்கான் தனிமம் ஆவியாக வெளியேறுகிறது.

படிகவுருவற்ற கார்பன் → கிராஃபைட் → 25,000 கலோரி. இது வெப்பம் உட்கவர் வினையாதலால் (endothermic) அதிக அளவு வெப்பம் இவ்வினையில் தேவைப்படுகிறது.

### பாஸ்ஃபரசில் புறவேற்றுமை

வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ். இது இள மஞ்சள் நிறமுள்ள மெழுகு போன்ற திண்மம்; மிகவும் நச்சுத் தன்மையுடைய இது கார்பன் டைசல்ஃபைடு கரையும்; நீரில் கரையாத வெள்ளைப் பூண்டின் மண்முடைய, நன்றாகத் தீப்பற்றி எரியும். இருளில் ஒளிரும். இதை 45°Cஇல் சுட்டால் பச்சை நிற ஒளியை வெளியிடும். காரக் கரைசல்களுடன் வினைப்பட்டுப் பாஸ்ஃபீனை உண்டாக்கும். இது வீரியமுள்ள ஆக்சிஜனேற்றிகளால் ஏற்றம் அடைந்து பாஸ்ஃபோரிக் அமிலத்தைத் தருகிறது.

சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ். வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசை காற்றுப்படாமல் 260°C வெப்பநிலையில் சூடு செய்து இது பெறப்படுகிறது. 260°Cக்கு மேல் இருந்தால் கிடைக்கும் சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் மீண்டும் வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசாக மாறிவிடுகிறது.

வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ் = சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் + 3.7 கலோரி

மேற்காணும் வினை சிறிதளவு அயோடின் இருக்கும் நிலையில் நன்றாக நிகழ்கிறது. வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசையும் மிகச் சிறிதளவு அயோடினையும் சேர்த்துச் சூடு செய்வதற்காக முட்டை வடிவான இரும்புப் பாத்திரம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வினை முடிந்ததும் பாத்திரத்தைக் குளிரச் செய்து, அதனுள்ளிருக்கும் பொருளைக் காரக் கரைசலுடன் வினைப்படுத்தினால், எஞ்சியிருக்கும்

வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ் கரைசலில் கரைகிறது. பாத்திரத்தில் திண்ம நிலையிலிருக்கும் சிவப்புப் பாஸ்ஃபரசை நீரால் தூய்மையாக்கிப் பின் உலர்த்துகின்றனர்.

சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் சாம்பல் நிறமுடைய பொலிவைப் பெற்றிருக்கிறது. மணமும் நச்சுத்தன்மையும் அற்றது; இருளில் ஒளிராது. இதற்கு எரிசோடாவுடன் வினைப்படும் தன்மை கிடையாது. கார்பன் டைசல்ஃபைடு கரையாது. ஆல்கஹாலிக் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரையும். இது வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசைப் போலக் குளோரின், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றுடன் எளிதில் வினைப்படாது.

பாஸ்ஃபரஸ். பாஸ்ஃபரஸ் டிரைபுரோமைடு கரைசலில் உள்ள சாதாரண பாஸ்ஃபரசை 10 மணி நேரம் கொதிக்க வைத்தால் இது பொடியாகக் கிடைக்கிறது. பாஸ்ஃபரஸ் டிரைபுரோமைடை மெர்குரியுடன் 240°C க்குச் சூடு செய்வதன் மூலமும் தூய ஸ்கார்லட் பாஸ்ஃபரஸ் தயாரிக்கலாம்.



இது காரக் கரைசல்களில் கரைந்து பாஸ்ஃபீனைத் தருகிறது; வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசை விடத் தீவிரம் குறைந்த இந்தப் புறவேற்றுரு சிவப்புப் பாஸ்ஃபரசை விட வீரியமுள்ளது. நச்சுத்தன்மையுடையதன்று. வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசைப் போல இது காற்றில் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை; நைட்ரிக் அமிலத்துடன் தீவிரமாக வினைப்படும் இது தாமிர சல்ஃபேட்டை ஒடுக்குகிறது. இவ்வகைப் பாஸ்ஃபரஸ் தீக்குச்சி செய்ய பயன்படுகிறது.

பீ - வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ். வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசை - 76.9°C க்குக் குளிரச் செய்தால் இது கிடைக்கிறது. வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசை 12,000 வளிமண்டல காற்று அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் இதைப் பெறலாம். இது அறுகோணப் படிகமாகக் கிடைக்கிறது.

உலோக அல்லது கருநிறப் பாஸ்ஃபரஸ். வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரசை 400°C இல் காரியத்தில் செய்த கலனில் கரைத்துப் பின் படிகமாக்கினால் உலோகப் பாஸ்ஃபரஸ் கிடைக்கிறது. சிவப்புப் பாஸ்ஃபரசை நன்றாக மூடப்பட்ட மேற்பகுதி வெப்பநிலை 444°C கொண்ட ஒரு குழாயில் 530°Cக்குச் சூடு செய்வதன் மூலமும் இதைத் தயாரிக்கலாம். காற்றில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாத இது பதங்கமாகும் தன்மையுடையது; மின்சாரத்தைக் கடத்தாது. இதன் படிகங்கள் சாய்சதுர வடிவத்தில் (rhombic) காணப்படுகின்றன.

புரகருநிற பாஸ்ஃபரஸ். வெள்ளைப் பாஸ்பரசை 200°C இல் ஒரு சதுர செ.மீக்கு 12,000 (வ.ம.அ.) அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் கருநிறப் பாஸ்ஃபரஸ் உண்டாகிறது. இதன் பொலிவாலும் மின்சாரத்தைக் கடத்தும் திறனாலும் இது ஆல்ஃபாக் கருநிறப் பாஸ்ஃபரசினின்று வேறுபடுகிறது.

ஊதாப் பாஸ்ஃபரஸ். உயர் அழுத்தத்தில் வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரகடன் சிறிதளவு சோடியத்தைச் சேர்த்து 200°C க்குச் சூடு செய்வதால் இது உண்டாகிறது. வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ், சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் ஆகிய இரண்டும் காற்றில் எரிந்து பாஸ்ஃபரஸ் டிரை ஆக்சைடு மற்றும் பென்டாக்சைடு, குளோரினுடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபரஸ் டிரை குளோரைடு மற்றும் பென்டா குளோரைடு, கந்தகத்துடன் சேர்ந்து பாஸ்ஃபரஸ் டிரை சல்ஃபைடு, பாஸ்ஃபரஸ் பென்டா சல்ஃபைடு முதலியவற்றையும், உலோகங்களுடன் பாஸ்ஃபைடுகளையும் தருகின்றன. பாஸ்ஃபரஸ் ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகும். ஈதரில் கரைந்த வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ் பிளாட்டினம், தங்கம் உப்புக் கரைசல்களை ஒடுக்கி அவற்றின் உலோகங்களை விடுவிக்கிறது. பாஸ்ஃபரஸ் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தால் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் வெள்ளைப் பாஸ்ஃபரஸ் வினைப்பட்டுப் பாஸ்ஃபீனைத் தருகிறது. சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடால் பாதிக்கப் படுவதில்லை.

### சிலிக்கானில் புறவேற்றுமை

சிலிக்கான் தனிமம் இரு புறவேற்றுமை வடிவங்களில் காணப்படுகிறது. அவை படிக உருவமற்ற, படிக உருவமுள்ள சிலிக்கான். படிக உருவமற்ற சிலிக்கான் இயற்கையில் கிடைக்கிறது. தூய மணலுடன் மக்னீஷியம் தூளைச் சேர்த்து சூடேற்றினால் சிலிக்கான் கிடைக்கிறது. இது பழுப்பு நிறத்தாள்; இதன் அடர்த்தி 2.32; உருகு நிலை 1420°C. இது மின்சாரத்தைக் கடத்தாது.

படிக உருவமுள்ள சிலிக்கான். இது பொட்டாசியம் ஃபுளுவோ சிலிக்கேட்டைத் துத்தநாகம் அல்லது அலுமினியத்தைக் கொண்டு சூடேற்றும் போது மஞ்சள் நிறத்தில் கிடைக்கிறது. இதற்கு உலோகப் பளபளப்பு உண்டு. இதனால் கண்ணாடியைக் கீறலாம். இதன் அடர்த்தி எண் 2.5. வேதிப் பண்புகளில் படிக உருவமற்ற சிலிக்கானை

ஒத்திருந்த போதும் இதன் வினையாற்றல் சற்றுக் குறைவு. எனவே இது உயர் வெப்பநிலையில் சூடாக்கப்பட்ட போதிலும் ஆக்சிஜனுடன் எரிவதில்லை. நீருடன் வினைபுரிவதில்லை. படிக உருவற்ற சிலிக்கானைப் போன்றே ஃபுளூரின், குளோரின் காரங்கள் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிகிறது. இது படிக உருவற்ற சிலிக்கானைப் போலன்றி மின்சாரத்தைக் கடத்தும். எனவே இதை உலோகச் சிலிக்கான் என்றும் குறிப்பர்.

### போரானில் புற வேற்றுமை

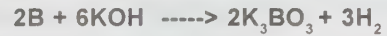
போரானும் சிலிக்கானைப் போல் இரண்டு புறவேற்றுமை உருவங்களில் உள்ளது. அவை படிக உருவமற்ற, படிக உருவமுள்ள போரான் என்பன.

படிக உருவமற்ற போரான். போரான் (III) ஆக்சைடைச் சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் அல்லது மக்னீசிய உலோகங்களைக் கொண்டு உருக்கும் போது இது கிடைக்கிறது.

படிக உருவமுள்ள போரான். இது போரான் டிரைகுளோரைடை அல்லது டிரை புரோமைடை ஹைட்ரஜனால் 1200°C இல் ஒடுக்கும் போது கிடைக்கிறது.



இது சாம்பல் நிறமுடையது. இதன் அடர்த்தி 2.34. இது வைரத்தைப் போன்று கடினமானது. அரிதில் கடத்தியான இது ஒரு மந்தமான திண்மம். படிக உருவமற்ற போரான், படிக உருவமுள்ள போரானை விட ஆற்றல் மிகுந்து காணப்படுகிறது. படிக உருவமற்ற போரான் 700°C வெப்பத்தில் காற்றில் எரிந்து போரான் ஆக்சைடும், போரான் நைட்ரைடும் தருகிறது.



படிக உருவமுள்ள போரான் மிகு கடினத்தன்மை உடையதால் தேய்க்கும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. தாமிரத்திலிருந்து ஆக்சிஜனை நீக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

ஜி. தங்கவேல்

துணைநூல். James E. Huheey, *Inorganic Chemistry*, Fourth Edn., Harper Collins College Publisher, New York, 1993.



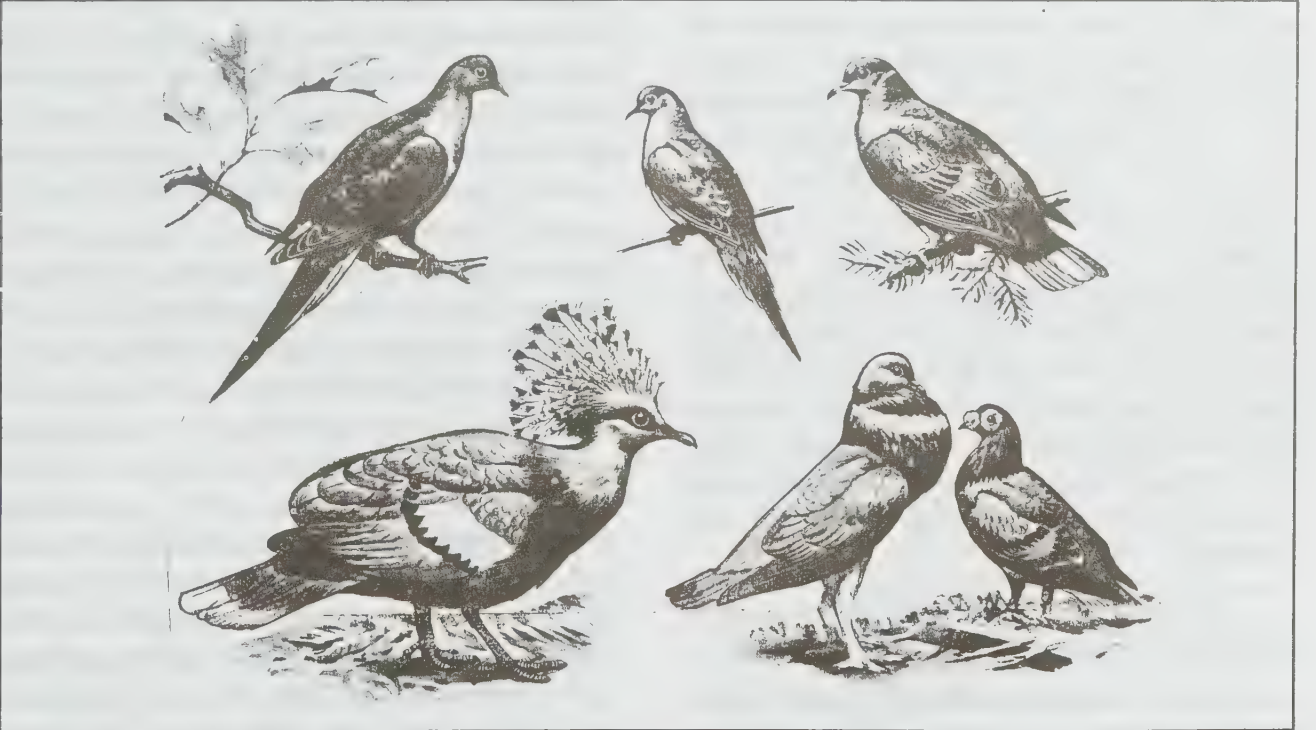
## புறா

கொலம்பிபார்ம்ஸ் வரிசையில் கொலம்பிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த புறாவில் 43 இனங்களும் 255 சிறப்பினங்களும் உள்ளன. இக்குடும்பத்தில் உருவில் பெரிய வகையும் (pigeon), சற்றே சிறிய வகையும் (dove) காணப்படுகின்றன. உலகெங்கும் பரவலாகக் காணப்படும் இப்பறவை இனங்களுள் புறாவும் ஒன்றாகும். பருத்த உடலும் அடர்ந்த இறகுகளும் நீண்ட இறக்கைகளும் விரைந்து நெடுந்தொலைவு பறக்க உதவும் வளர்ச்சியடைந்த மார்புத் தசைகளும் பெற்றுள்ள இது நீண்ட தொலைவு பறக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருப்பதோடு மீண்டும் புறப்பட்ட இடத்திற்கே வந்து சேரும் நுட்பமான உணர்வுத் திறனும் வாய்க்கப் பெற்றது. இவ்வாற்றல் வாய்க்கப் பெற்ற காரணத்தாலேயே கிரேக்கர் காலம் தொட்டு முதலாம் உலகப் போர் திகழ்ந்த வரை மாடப்புறா செய்திகளை அனுப்பும் தூதுவர்களாகவும் உதவி வந்துள்ளது.

சில புறா இனங்கள் இறைச்சிக்காகவும் முட்டைக்காகவும் மக்களால் பழக்கி இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகின்றன. அழகிய பல வண்ண திறங்களோடு

கூடிய உடலும், பல்வேறு திறங்களிலான விழிப்படலங்களும், விழி வளையங்களும் சிவந்த கால்களும் கொண்ட புறாவை அழகுக்காகப் பழக்கி வளர்ப்பவர்கள் பல்வேறு கலப்பினங்களையும் உருவாக்கியுள்ளனர். பறக்கும் போட்டிக்காக என உடல் உறுதி வாய்ந்த சில தனித்த இனங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஆய்வுக் கூடங்களில் ஹார்மோன் பற்றியும் மரபியல் பற்றியும் ஆய்வு நடத்தச் சில இனப் புறாக்கள் முயல்களைப் போலவும் எலிகளைப் போலவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேற்கூறிய காரணங்களால் இன்று புறா வளர்ப்பு உலகம் தழுவிய ஒரு பொழுதுபோக்காக வளர்ந்துள்ளது. நீயுகினி, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் கொண்டையோடு கூடிய கவர்ச்சியும் அழகும் மிகுந்த உருவில் மிகப் பெரிய புறா இனங்களும் உள்ளன.

பெரும்பாலான புறாக்கள் மரங்களில் கூடுகட்டி இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. மாடப்புறா, புள்ளிப் புறா ஆகியவை பாறை இடுக்கு, கோட்டைகளின் மதில் சுவர், கோபுரம் ஆகியவற்றில் கூடு கட்டுகின்றன. புறா தன் கூடுகளைக் குச்சிகளைக் கொண்டு அமைக்கின்றது. ஆணும்



புறா இனங்கள்

பெண்ணும் அடைக்காப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணி வளர்ப்பதிலும் பங்கு கொள்கின்றன. பச்சைப் புறா பெரும்பாலும் ஒரே முட்டை இடுகிறது. கள்ளிப்புறா மாடப்புறா ஆகியவை இரண்டு முட்டைகள் இடுகின்றன. புறா முட்டை, பிற பறவைகளின் முட்டையைப் போல வண்ணத்திட்டும் கறையுமற்று வெண்மையாக இருக்கும். அடைக் காக்கும் காலம் சராசரியாக இரண்டு வாரங்கள். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள் இறகுகள் அற்றனவாக உணவு ஊட்டத்திற்குப் பெற்றோரை நம்பி இருக்கும். குஞ்சுகளை இவை பாலூட்டி வளர்க்கின்றன. புறாப்பால் பெற்றோரின் உணவுப் பைச் (crop) செல்கள் சிதைவதால் சுரப்பதாகும். இச்சிதைவு புரோலாக்டின் எனும் ஹார்மோன் தூண்டுதலால் சுரக்கிறது. குஞ்சுகள் பெற்றோரின் தொண்டைக்குள் தம் அலகை நுழைத்து இப்பாலை உறிஞ்சுகின்றன. இவ்வாறு சில நாள் பால் குடித்து வளரும் குஞ்சுகள் பின் பெற்றோரின் உணவுப் பாதையில் உள்ள அரைவைப் பையிலிருந்து (gizzard) முன் பைக்குக் (crop) கொண்டு வரப்படும் தானியக் கூழைத் தங்கள் அலகைப் பெற்றோரின் வாயினுள் செலுத்தி குடித்து வளர்கின்றன.

இனப்பெருக்கக் காலத்தில் புறா இனங்களுள் சில ஆண்கள் கூவிக் குரல் கொடுத்தும் உயரப் பறந்து குப்புறத் தாழ்ந்து விழுந்து விளையாட்டுக் காட்டித் தங்கள் துணையை மகிழ்விக்கின்றன. மாடப்புறா தொண்டையை உப்ப வைத்தபடி தலை தாழ்த்தித் தன்னைத்தானே சுற்றிச் சுற்றி வந்து தன் துணையை மகிழ்விக்கின்றது. வானில் உரிமையுடன் அமைதியின் சின்னமாக திரியும் புறாவிற்கு வல்லுறும், வேட்டைக் காரர்களுமே எதிரிகள். இது தங்கள் கூடுகளில் வந்து குஞ்சுகளைக் கொண்டு செல்லும் காக்கை, கழுகு போன்ற எதிரிகளைக் கரிச்சாணைப் போல வீரத்துடன் தாக்கி விரட்டும் ஆற்றல் அற்றது. பச்சை புறா காடு சார்ந்த பகுதிகளில் ஆல், அத்தி மரங்களின் கனிகளை உணவாகக் கொள்கிறது. மாடப்புறாவும் கள்ளிப் புறாவும் விளை நிலங்களில் தானியங்களையும் விதைத்த நிலங்களில் கடலை, பயறு முதலானவற்றையும் தின்று உழவருக்கு ஊறு செய்கின்றன.

தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் புறா இனங்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவை வருமாறு.

**சாம்பல் தலைப் பச்சைப் புறா (Treron Pompadora).** மாடப்புறாவை விட இது உருவில் சற்று சிறியது. நெற்றி, உச்சந்தலை, பிடரி ஆகியன சாம்பல்

நிறமாகவும், முதுகு பழுப்புக் கலந்த கபில நிறமாகவும் மார்பு ஆரஞ்சு தோய்ந்த மஞ்சளாகவும் வயிறு பசுமை தோய்ந்த மஞ்சளாகவும் இருக்கும். பெண் சற்றே மங்கிய நிறங் கொண்டது. நீலகிரி, கொடைக்கானல் ஆகிய மலை சார்ந்த பகுதிகளிலும், கேரளம், கர்நாடகம் ஆகிய மாநிலங்களில் உள்ள பசுமை மாறாக் காடுகளிலும், மழையிருந்த இலையுதிர் காடுகளிலும் காணப்படும் இதன் பழக்கவழக்கங்கள் பச்சைப் புறாவினதை ஒத்தன.

**ஆரஞ்சு மார்புப் பச்சைப் புறா (T.binnicta).**

முந்தையதை விட உருவில் சற்றுப் பெரிய இதன் தலை உட்பட உடலின் மேற்பகுதி கரும் பச்சையாக இருக்கும். ஆணுக்கு மட்டும் மேல் மார்பில் இளஞ்சிவப்புப் பட்டையும் அதன் கீழ் ஆரஞ்சுப் பூச்சம் காணப்படும். வால் சிலேட்டுச் சாம்பல் நிறங் கொண்டது. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை சார்ந்த பசுங் காடுகளில் தரை மட்டத்திலிருந்து 100 மீ. உயரம் வரை இதைக் காணலாம். கூட்டமாகப் பிற பச்சைப் புறாக்களோடு சேர்ந்து ஆல், அத்திப் பழ மரங்களிடையே இரைதேடும் இது அம்மரங்கள் பழுக்கும் பருவத்திற்கேற்ப இடம் பெயர்ந்து செல்லும்.

**பெரிய பச்சைப் புறா (T.phoenicoptera).**

முந்தைய புறாக்கள் இரண்டையும் விட உருவில் பெரியதான இது மாடப்புறா அளவு இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி கரும் பச்சையும் இளஞ்சாம்பல் வண்ணமுமாக இருக்கும். முதுகின் இருபுறமும் இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவும் இறக்கை கறுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். ஏனையப் பச்சைப் புறாக்கள் சிவப்பு நிறக் கால்கள் கொண்டவை. இதன் மஞ்சள் கால்களை கொண்டு பிறப் பச்சைப் புறாக்களிலிருந்து எளிதில் இதனை வேறுபடுத்தி அறியலாம். இதன் மார்பும் வயிறும் ஒளிரும் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். தென்னிந்தியா முழுவதும் பரவலாகத் தோப்பு, சாலை ஓர மரம், இலையுதிர்க் காடு, நகர்ப்புறத்திலுள்ள சோலை ஆகியவற்றில் காணப்படும் பச்சைப்புறா இது ஒன்றேயாகும். நீர் குடிக்கவும் உப்பு மண் தின்னவும் மட்டும் தரையில் இறங்கும் இது சில சமயங்களில் விளைநிலங்களில் கூட்டமாக வந்து இறங்கவும் செய்யும். கனி மரங்களில் 5 - 10 எனக் கிளைகளைப் போலத் தொங்கியும் குப்புற விழுந்தும் கனிகளைத் தின்னும். இது மனிதர் நடமாட்டத்தைக் கண்டவுடன் ஆடாது அசையாது பச்சிலைகளிடையே முடங்கிக் கிடக்கும். வேட்டைக் காரர்களின் வெடியொலி கேட்டவுடன் ஒரு சேர அனைத்தும் பறந்து வெளியேறி வேட்டைக்காரர்களை வியப்பில் ஆழ்த்தும். காலையிலும் மாலையிலும் மொட்டை



மரங்களின் உயர் கிளைகளில் பிற புறாக்களை போல இணையாகவும் குழுவாகவும் அமர்ந்து வெயில் காயும் பழக்கமும் இதனிடம் உண்டு.

**பெரிய பச்சைப் புறா (Ducula aenea).** உருவில் காக்கை அளவுள்ள இது தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் புறாக்களுள் பெரியது. சிழக்கு மேற்கு மலைத் தொடர் சார்ந்த காடுகளில் காணப்படும் இதன் தலையும் பிடரியும் மார்பும் வயிறும் இளஞ் சிவப்பு தோய்ந்த சாம்பல் நிறமாகவும், முதுகும் வாலும் பளபளக்கும் வெண்கலப் பச்சை நிறமாகவும் வாலடி சிவப்புத் தோய்ந்த கபில நிறமாகவும் இருக்கும். தனித்தோ 5 - 6 உள்ள சிறு குழுவாகவோ கனி மரங்களில் காணப்படும் இது கனி மரங்களில் இரைதேடும்போது பச்சைப் புறாக்களைப் போல் ஒன்றோடொன்று சண்டையிட்டுக் கொள்வதில்லை. சிரிப்பது போல 'வூக், வூர், வூர் வூர்' எனக் குரல் கொடுக்கும் இது உரக்கக் கூப்பிடு குரலிடுவதும் உண்டு.

**மந்திப் புறா (D.badia).** உருவில் பெரிய பச்சைப் புறா அளவுள்ள இதை மேற்கு மலைத் தொடர் சார்ந்த பகுதிகளில் காணலாம். தலை, கழுத்து, மார்பு ஆகியன இளஞ் சிவப்புத் தோய்ந்த சாம்பல் நிறமாகவும் உடலின் மேற்பகுதி மங்கிய பசுமை தோய்ந்த பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். அடர்ந்த காடுகளில் பசு மரங்களிடையே காணப்படும் இது பிற புறாக்களைப் போல் இலையுதிர்க் காடுகளில் தலைகாட்டுவதில்லை. நீர் குடிக்கவும் உப்பு மண் தின்னவும் மட்டும் தரையில் இறங்கும் இது மரங்களின் மேல் உயரத்தில் கூட்டமாகப் பறக்கும் போது காக்கைக் கூட்டம் என்று கருத்தக்கதான தோற்றம் தரும்.

**கறுப்புப் புறா (C.elphinstonii).** பெரிய பச்சைப் புறா அளவுள்ள இது கருஞ் சாம்பல் நிறத் தலையும் செம்பழுப்பு நிற உடலும் கொண்டது. பின் கழுத்தில் கறுப்பும் வெள்ளையுமான சதுரங்கப் பலகையை ஒத்த புள்ளிகள் காணப்படும். பின் முதுகு ஒளிரும் ஊதா தோய்ந்த பச்சை நிறமாக இருக்கும். மார்பும் வயிறும் இளஞ்சிவப்புத் தோய்ந்த கருஞ்சாம்பல் நிறமானது. ஆனைமலை, கொடைக்கானல், நீலகிரி சார்ந்த சோலைகளில் தரை மட்டத்திலிருந்து 2 கி.மீ. உயரம் வரை காணலாம். கனிகளே இதன் முதன்மை உணவு எனினும் பிற புறாக்களைப் போல மரங்களில் மட்டும் இரை தேடாது. தரையில் உதிர்ந்து கிடக்கும் கனிகளைத் தேடித் தின்னும். அடர்ந்த காடுகளில் அப்படியும் இப்படியுமாகத் திரும்பி அழகாகப் பறக்கும் திறன் பெற்றது. 'வூ கூ வூ கூ வூ கூ' என ஆந்தை போல அலறும் குரல் எழுப்பும்.

**கள்ளிப் புறா (Streptopelia decaocto).** கள்ளிப் புறாக்களுள் இதுவே உருவில் பெரியது. மாடப்புறா அளவுள்ள இது எங்கும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. பின் கழுத்தில் உள்ள கறுப்பு வளையத்தைக் கொண்டு இதை இனங்கண்டு கொள்ளலாம். உடலின் மேற்பகுதி பழுப்பு தோய்ந்த இளஞ் சாம்பல் நிறமாகவும், மார்பு இளஞ் சிவப்புத் தோய்ந்த இளஞ் சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். இது கள்ளி, வேலி, இலையுதிர்க் காடு, கள்ளிக் கருவேல் வளர்ந்து நிற்கும் புஞ்சை நிலங்களைச் சார்ந்து திரிகிறது. பசுமை மாறாக் காடுகளில் இதைக் காணவியலாது. ஆசியா முழுதும் பரவலாகக் காணப்படும் இவை அண்மைக் காலமாக ஐரோப்பாவிலும் பெருமளவில் பரவி இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இது 'கூன் கூன் கூன்' எனக் குரல் எழுப்பி மேலெழுந்து பறந்து விழுந்து துணைக்கு வேடிக்கை காட்டும் பழக்கம் கொண்டது. 'கூக்கு கூக்' என இனிய குரலில் தொடர்ந்து பல முறை பாடவும் கேட்கலாம்.

**சின்னக் கள்ளிப் புறா (S.tranquebarica).** இதுவும் கழுத்தில் கறுப்பு வளையம் உடையது எனினும் உருவில் கள்ளிப்புறாவை விடச் சிறியது. இதன் மார்பும் வயிறும் சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். தென் மாவட்டங்களில் இதை மிக அரிதாகவே காணலாம்.

**புள்ளிப் புறா (S.clenesis).** கள்ளிப் புறா அளவுள்ள இது பின் கழுத்தில் கறுப்பு வளையத்திற்குப் பதிலாக வெள்ளையும் கறுப்பும் கலந்த புள்ளிகளைப் பெற்றிருக்கும். மெலிந்த உடலின் மேற்பகுதி இளஞ் சிவப்புத் தோய்ந்த பழுப்பு நிறமாகவும், மார்பு சிவப்புத் தோய்ந்த சாம்பல் நிறமாகவும் வால் கறுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். வாலின் புற இறகுகள் வெண்மையானவை. கள்ளிப் புறாவைப் போல் புஞ்சையைச் சார்ந்து திரியாமல் இது தோப்பு, தோட்டம் முதலிய நீர்வளமிக்க பகுதிகளைச் சார்ந்து காணப்படுகிறது. மக்கள் வாழ்விடங்களிலும் நெருங்கி வந்து பழகுவதோடு வீட்டுத் தாழ்வாரம், கூரை முகடு ஆகியவற்றிலும் மாடப்புறாவைப் போலக் கூடமைத்து இனப்பெருக்கம் செய்யும்.

**தவிட்டுப் புறா (S.senegalensis).** புள்ளிப் புறாவை விட உருவில் சிறிய இது பின் கழுத்துக்குப் பதிலாக முன் கழுத்தின் பக்கங்களில் கறுப்பு வெள்ளைப் புள்ளிகளைப் பெற்றிருக்கும். உடலின் மேற்பகுதியும் தலையும் இளஞ்சிவப்பாகவும் வயிறு வெண்மையாகவும் இருக்கும். மக்கள் வாழ்விடங்களை நெருங்கி வராது. கள்ளிப் புறாக்களோடு சேர்ந்து புஞ்சை நிலங்களிலும்

இலையுதிர்க்காடுகளிலும் திரியும் பழக்கம் உடையது. இதன் பழக்க வழக்கங்கள் கள்ளிப் புறாவை ஒத்தன.

**பஞ்ச வர்ணப் புறா (Chaleophaps indica).**  
மைனா அளவுடைய இது வெண்ணிற முன் நெற்றியும், சாம்பல் வண்ணத் தலையும், பிடரியும் கொண்டது. முதுகு பளபளக்கும் மரகதப் பச்சையாக இருக்கும். பிட்டமும் வாலும் கருஞ்சாம்பல் வண்ணமும், மார்பும் வயிறும் பழுப்புத் தோய்ந்த இளஞ் சிவப்பு வண்ணமும் பெற்றவை. பசுமை மாறாக் காடுகளையும் நீர் வளமிக்க இடங்களையும் சார்ந்து திரியுமெனினும் பச்சைப் புறாவைப் போல மரங்களில் கனிகளைத் தேடி உண்ணாமல் கள்ளிப் புறாவைப் போல காட்டுப் பாதைகளில் சிதறிக் கிடக்கும் தானிய மணிகளையும் உதிர்த்து கிடக்கும் கனி, கொட்டை ஆகியவற்றையும் உணவாகக் கொள்கிறது. பச்சைப் புறாவைப் போலச் சிறு குழுவாகத் திரியாமல் ஒன்றிரண்டாகத் தனித்தே திரியும் இயல்புடையது.

அ. சங்கரன்

## புன்சன், ராபர்ட் வெல்ஹெம்

ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்த ராபர்ட் வெல்ஹெம் புன்சன் (Robert Wilhelm Bunsen) 1811ஆம் ஆண்டு வெஸ்ட்ஃபாலியா முடியரசைச் சேர்ந்த கோட்டின்ஜன் (Gotingen) என்னும் ஊரில் மார்ச் 31ஆம் நாள் பிறந்தார்.

இவர் குஸ்டெவ் கிரிச்சா என்பாருடன் இணைந்து 1859இல் ஒவ்வொரு தனிமமும் அதன் தனித்தன்மையான அலை நீளமிக்க ஒளியை உமிழ்வதைக் கண்டறிந்தார். இந்த ஆய்வு, நிரலியல் ஆய்வு (spectral analysis) என்னும் புதிய பிரிவு உருவாகக் காரணமாக அமைந்தது. இது சூரியன், விண்மீன் ஆய்வுகளிலும் பயன்பட்டது. மேலும் சீசியம், ரூபீடியம் என்னும் கார உலோகத் தனிமங்களைப் புன்சன் கண்டுபிடிக்கவும் உதவியது.

1830இல் காட்டன்ஜெனில் வேதியியலில் முனைவர் பட்டம் பெற்ற பின்னர் மார்பெர்க், பெர்ஸ்லாவ் பல்கலைக் கழகங்களில் ஆசிரியராக இருந்தார். ஹைடெல்பர்க்கில் 1852-1899இல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்று மிகச் சிறந்த வேதியியல் பள்ளி ஒன்றை நிறுவினார். இவர் தம் மாணவர்களிடத்தில் மிகுந்த அன்பு செலுத்தியமையால் இவர் புகழ் தனித்து விளங்கியது. பெரும்பாலும் ஆய்வுக்

கூடத்திலேயே தம் நேரத்தைச் செலவிட்டார். இறுதி மணம் செய்து கொள்ளாமலேயே வாழ்ந்தார்.

ஆர்செனிக் நச்சிற்கு முறிவு மருந்தை 1834இல் கண்டுபிடித்தார். இது புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட தீரேற்றம் பெற்ற ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடை அடிப்படையாக கொண்டது. 1837ஆம் ஆண்டில் கரிம வேதியியலில் இவரின் ஒரே ஒரு முதன்மை ஆய்வான ககோடில் என்னும் ஆர்செனிக் செறிந்த சேர்மத்தை ஆராயத் தொடங்கினார். இதனைத் தொடர்ந்து வந்த ஆறு ஆண்டுகளில் அவர் மேற்கொண்ட ஆய்வால் வெடித்தலால் ஒரு கண்பார்வை இழப்பையும், ஆர்செனிக் நச்சால் தன்னைத் தானேயும் மாய்த்துக் கொள்ளும் நிலையையும் அடைந்தார். புன்சனின் ஆய்வு எட்வர்ட் பிராங்லான்ட் என்னும் அவர் மாணவர் கரிம வேதி உலோகச் சேர்மங்களை ஆராயத் தூண்டியது.

ஊதுலையிலிருந்து (blast furnace) வெளிவரும் வளிமங்களின் இயைபை ஆராய்ந்த புன்சன் 50 - 80°Cஉம் மற்றும் அதற்கும் மேலான வெப்பம் வீணே கழிவதைக் கண்டார். இதனை அவர், தம் ஒரே ஆய்வுக் கட்டுரையான Gasometrische Methoden (1857) இல் குறிப்பிட்டுள்ளார். 1841இல் கரி - துத்தநாக மின்கலத்தைக் கண்டுபிடித்தார். அது அவர் பெயரால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதிலிருந்து வெளிவரும் ஒளியைக் கணக்கிட ஒளியளவி (photometer) ஒன்றை உருவாக்கினார். மக்னீசியம் தனிமத்தை முதன் முதலில் உலோக வடிவில் தயாரித்தது புன்சனேயாகும். அவர் அதன் இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளையும், காற்றில் அதன் எரியும் பண்பையும் ஆராய்ந்து விளக்கினார். புன்சன் வடி எக்கி (filter pump -1868), பனி வெப்ப அளவி (ice calorimeter-1870) போன்ற கருவிகளையும் கண்டுபிடித்தார். வேதி ஆய்வுக் கூடங்களில் பயன்படும் எரியூட்டியான புன்சன் எரி கருவியை அவர் கண்டுபிடித்தாலும் அதனைச் செம்மைப் படுத்தி அதன் பயனை அதிகரிக்க அவர் முயலவில்லை. பாடெனிலுள்ள ஹைடெல்பெர்கில் 1899ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 16 ஆம் நாள் இவர் இறந்தார்.

த. தெய்வீகன்

## புன்யா வைரஸ்

கொசுக்களால் கடத்தப்படும் வைரஸ்கள் பெரும்பாலும் டோகா நுண்ணுயிராகவோ புன்யா வைரசாகவோ (Bunya virus) இருக்கும்.



புன்யா வைரஸ் கலிஃபோர்னியா மூளை அழற்சி என்னும் நோயை உண்டாக்குகிறது. இந்நோயின் வைரஸ்களைக் கடத்தும் நுண்மங்கடத்தி (vector) ஈடிஸ் மெலாநிமான் அல்லது ஈடிஸ் டிரைசெரியேடஸ் என்னும் கொடி வகையைச் சார்ந்ததாகும். மைய, வடகிழக்கு அமெரிக்காவில் காணப்படும் இந்தக் கொடி மரத்துளைகளில் வசிக்கிறது.

இவ்வைரஸ்கள் அனைத்துமே மூளை அழற்சி, மஞ்சள் காய்ச்சல், டெங்கு காய்ச்சல், குருதிப் பெருக்கு காய்ச்சல் ஆகியவற்றை உண்டாக்குகின்றன. புன்யா வைரசால் உண்டாகும் மூளை அழற்சி நோய் 15 வயதுக்குட்பட்டோரையே பாதிக்கிறது. இதில் ஐந்து விழுக்காட்டினர் இறந்து விடுகின்றனர். (காண்க: மூளை அழற்சி)

சாரதா சுதிரேசன்

துணைநூல். Paul D.Hoeprich(Edr.), *Infectious Diseases*, Third Edition, Harper & Row, Publishers, Philadelphia, 1983.

## புன்னை

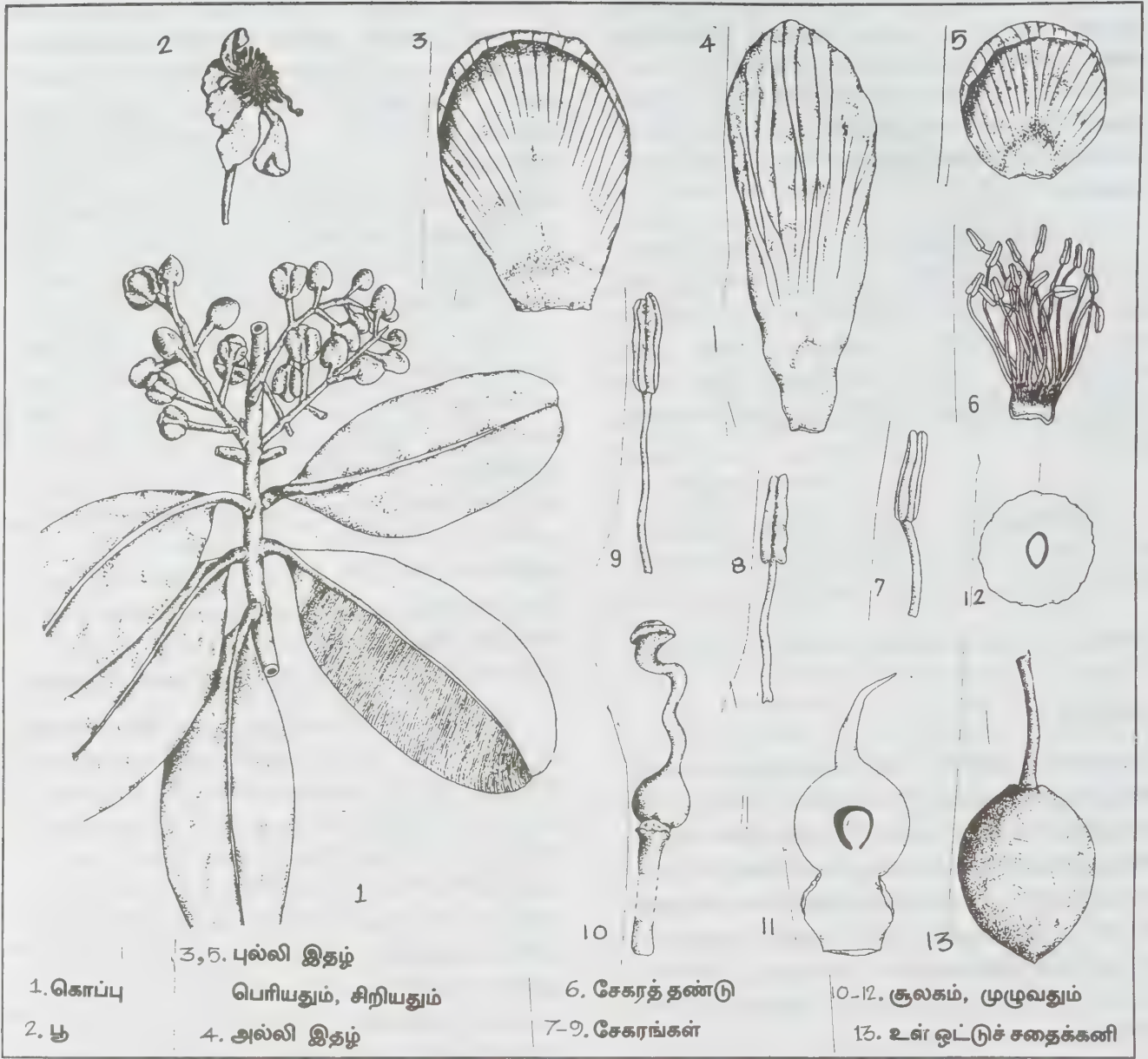
இம்மரத்திற்குப் புன்னாகம், நாகம் என்னும் பெயர்களுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் கோலோஃபில்லம் ஈனோஃபில்லம் (*Colophyllum inophyllum*) என்பதாகும். இதன் கொட்டைகளைப் பின்னைக் கொட்டை, புன்னைக் கொட்டை என்பர். இம்மரம் கட்டிஃபெர்ரே குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. புன்னை அடர்த்தியான இலைகளை உடைய மரமாகும். பால் வடியும் இம்மரத்தை ஸ்ரீலங்கா, மியான்மர், மலேசியா, மடகாஸ்கர், மொசாம்பிக், இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம்.

வளரியல்பு. இம்மரம் இந்தியாவின் கிழக்கு, மேற்குப் பகுதிக் கடற்கரை மாவட்டங்களில் தன்னிச்சையாக வளருகிறது. வறண்ட கடற்கரை மணலிலும் இது 10 மீ. உயரம் வளரும். செழிப்பான பகுதிகளில் 15 மீ. உயரம் வளர்கிறது. இதன் பட்டை கரிய நிறத்தில் இருக்கும். இலைகள் எதிர் எதிராக இரட்டைகளாகவும் அகன்ற நீள்வட்ட வடிவிலும் இருக்கும். இலைகளின் விளிம்புகள் சிறிதளவு பின்னோக்கி மடிக்கப் பட்டுள்ளன. பக்க நுரம்புகள் ஒவ்வொன்றும் இணையாகவும் நெருக்கமாகவும் இருக்கும். இலையின் அடிப்பகுதி குறுகி, கூர்மையாயிருக்கும். இலைக்காம்பு

தடியாகவும் தட்டை யாகவும் இருக்கும். பளபளப்பான இலைகள் மெல்லிய தடித்த தோல் போன்றிருக்கும். இலைக்காம்பு 1 செ.மீ. நீளமுடையது. மலர்கள் வெண்மையாக இனிய மணத்துடன் 2.5 செ.மீ. குறுக்களவில் இலைக்கக்கத்தில் 10 - 20 பூக்களுள்ள கொத்தாக உண்டாகின்றன. பூங்கொத்துக்காம்பு 2 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். ஒவ்வொரு பூக்காம்பின் நீளமும் 2.5 செ.மீ. இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் நான்கும் வட்ட வடிவில் இருக்கின்றன. அல்லி இதழ்கள் நான்கும் வெள்ளை நிறத்தில் நீள்வட்ட வடிவிலிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் பல இணைந்து 4 அல்லது 5 கற்றைகளாக 7 மி.மீ. நீளத்தில் இணைந்திருக்கும். மகரந்தப்பைகள் ஒளி வீசும் மஞ்சள் நிறமானவை. சூலகம் சிவப்பானது. சூலகப்பை ஒற்றை அறையுடையது; சூல் தண்டு 5 மி.மீ. நீளமானது. சூல் நேராக இருக்கும்; இம்மரத்தின் கனி, உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி (drupe). உருண்டை வடிவக் கனிகளை ஆண்டு முழுதும் காணலாம். காய்கள் வழுவழப்பான புறத்தோலுடன் பச்சையும் மஞ்சளுமாகவும் இருக்கும். கனி ஒவ்வொன்றிலும் ஒவ்வொரு விதை இருக்கும். விதையின் குறுக்களவு 1.5 செ.மீ. இது விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. சப்போட்டா ஒட்டுக் கன்றுகள் தயாரிக்கப் புன்னையைப் பயன்படுத்தலாம்.

இம்மரக்கட்டை சிவப்புக் கலந்த வெள்ளை அல்லது சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். இம்மரம் தேக்குமரத்தைப் போல் உறுதி வாய்ந்தது. நீரில் இருந்தாலும் இம்மரம் கெடுவதில்லை. மரத்தை அறுக்கவும் இழைக்கவும் முடியும். மரத்தைக் கொண்டு கம்பம், தூண், மேசை, நாற்காலி, தொடர்வண்டிப் பெட்டி, மீன்பிடி படகு, தண்டவாளக் கட்டை, கப்பலின் துணைப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைச் செய்யலாம். விதையில் புரதம், கொழுப்பு, மாவுப் பொருள் ஆகியன உள்ளன. விதைப் பருப்பில் அடர் பச்சை நிறத்தில் குழைவான எண்ணெய் இருக்கும். இந்த எண்ணெயைச் சமையலுக்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது; ஆனால் விளக்கெரிக்கவும், சோப்பு செய்யவும் பயனாகும். புன்னைப் பின்னாக்கை எருவாகப் பயன்படுத்தலாம். பட்டையில் டேனின் இருக்கிறது. பட்டையையும் காய்களையும் கீறினால் மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறக் கோந்து வடியும்.

பயன். இதன் இலை, பூ, விதை, பட்டை முதலியவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இதன் இலைகளையோ பூக்களையோ நீரில் ஊற வைத்து, அந்நீரைக் கொண்டு கண்களைக் கழுவி வரக் கண்வீக்கம், சொறி, சிரங்கு குணமாகும். பூக்களை உலர்த்தி குடல் புண் காய்ச்சலுக்கு (typhoid) பொடித்துத் தேனில் குழைத்துத் தரலாம்.



### புன்னை (Colophyllum inophyllum)

விநாயகம் காதுப்புண், ஜன்னி, குதக வாயு நீங்கும். விதைகளை நீர் விட்டு அரைத்துச் சூடாக்கிக் கீல் வாத்திற்குப் பற்றிடலாம். விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயைச் சர்க்கரையில் சேர்த்துத் தர வெள்ளை வெட்டை, நீர்தாரைப்புண் ஆகியன குணமாகும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

### புனுகுப் பூனை

புனுகுப்பூனையிலிருந்து (Civet cats) கிடைக்கும் ஒரு மணப் பொருள் புனுகு ஆகும். புனுகுப்பூனையில் பல இனங்கள் காணப்படுகிறது. இது பாலூட்டிகளில் ஊன்னுண்ணிகளில் (carnivore) விவ்வெரிடே (viverridae) எனும் குடும்பத்தில் விவ்வெரினே உட்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வீட்டில் வாழும் பூனை, புனுகுப்பூனைக்கு நெருங்கிய உறவினமாகும்.



தாயகம். புனுகுப்பூனை உலகின் பல பகுதிகளில் காணப்பட்ட போதிலும், இந்தியாவிலும், மலேசியாவிலும் மிகுதியாக வாழ்கிறது. இப்பூனையின் புதை படிவங்கள் சென்னையிலும், சிவாலிக் மலை குன்றிலும் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இது சமவெளிகளிலும், தென்னிந்திய மலைகளில் ஏறத்தாழ 21 கி.மீ உயரம் வரை உள்ள இடங்களிலும் வாழ்கிறது.

உடலமைப்பு. புனுகுப்பூனை 60 - 135 செ.மீ. நீளம் உள்ளது. பெரும்பாலும் உடலில் சாம்பல் அல்லது மங்கலான மஞ்சள் நிறப்புள்ளிகளைக் கொண்ட முடி உள்ளது. இதன் வாலில் கறுப்பு அல்லது மஞ்சள் நிற வளையங்கள் உள்ளன. சில புனுகுப்பூனைகளின் வால் உடலை விட நீளமாக உள்ளது. ஆப்பிரிக்கப் பனைப் புனுகுப்பூனைகளில் (african palm civet) இவ்வாறு காணப்படுகிறது.

புனுகுப்பூனை அமைப்பில் பூனையை ஒத்து இருப்பினும் இவற்றிற்கு இடையில் பல வேறுபாடுகள்

உள்ளன. பூனை வேட்டையாடுவதையே தொழிலாகக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் புனுகுப்பூனைகள் அவ்வாறு செய்வதில்லை. பல புனுகுப் பூனைகள் தாவர உணவுகளையே உண்டு வாழ்கின்றன. மேலும் இவற்றின் உடலமைப்பும் ஊனுண்ணிகளைப் போல் அமையவில்லை. பூனையின் தாடைகள் குட்டையாகவும், உறுதியாகவும் அமைந்துள்ளன. ஆனால் புனுகுப்பூனை உறுதியற்ற கோரைப் பற்களுடன் மெலிந்த நீளமான தாடைகளைப் பெற்றுள்ளது. பூனைக்கு முன் காலில் ஐந்து விரல்களும் பின் காலில் நான்கு விரல்களும் உள்ளன. ஆனால் புனுகுப்பூனைக்கு அனைத்துக் கால்களிலும் ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. பூனைகள் நகங்களை முற்றிலும் உறைகளுக்குள்ளேயே இழுத்துக் கொள்ள முடியும். புனுகுப்பூனை நகங்களைச் சிறிதளவே சுருக்கிக் கொள்ளமுடியும். இத்தகு வேறுபாடுகளின் மூலம் புனுகுப்பூனையையும், பூனையையும் மிக எளிதில் இனங்காணலாம்.



பெரிய இந்தியப் புனுகுப்பூனை



சிறிய இந்தியப் புனுகுப்பூனை

உண்மையான புனுகுப்பூனை (true civets) என்பது மரங்களில் வாழ்ந்து மரங்களில் தனக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்களைச் சேகரித்துக் கொள்கிறது. இதன் நுனிக்கால்கள் மரங்களில் தாவி ஏறுவதற்கும், கிளைகளை நன்றாகப் பிடித்துக் கொள்வதற்கும் உடல் வளைந்துக் கொடுக்கத்தக்கதாகவும் அமைந்துள்ளன. பெரும்பாலும் இது இரவில் இரைத் தேடுகிறது.

மணச் சுரப்பிகளும் எச்சரிக்கை நிறமிகளும் (Scent gland and warning colouration). லின்சாங்கைத் (linsang) தவிர ஏனைய அனைத்து புனுகுப்பூனைகளிலும் மணச்சுரப்பிகள் உண்டு. சிறு பல் பனைப் புனுகுப்பூனையில் (small tooth palm civet), பெண் புனுகுப்பூனைக்கு மட்டும் மணச்சுரப்பிகள் உள்ளன. சிவெட் (civet) என்னும் பெயர் ஜாபட் (zabat) என்னும் அரபுச் சொல்லிருந்து தோன்றியதாகும். ஜாபடி என்பது மணப்பொருளைக் குறிக்கும். மணச் சுரப்பிகள் மலவாய்க்கும் இனப்பெருக்க உறுப்புக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் பெரிய பையில் உதடுகளுடன் அமைந்துள்ளன.

மணச் சுரப்பிகள் தற்பாதுகாப்புக்காகப் பயன்படுகின்றன. இதிலிருந்து மிகவும் கார்ப்பான (acid) அருவெறுக்கத்தக்க புடை நாற்றமெடுக்கும் மஞ்சள் நிற நீர்மம் சுரக்கிறது. இடையூறு நேரிடுகையில் இந்நீர்மம் எதிரியைத் தாக்குவதற்காகச் சுரப்பிகளிலிருந்து சற்றும் எதிர்பாராத நிலையில் வேகமாகப் பீச்சப்படுகிறது. அது எதிரியைத் தற்காலிகமாகக் குருடாக்கிச் செயலிழக்கச் செய்து அந்தநிலையில் இப்பூனை எதிரியிடமிருந்து தப்பி ஓடுகிறது. இந்நீர்மத்தில் அம்மோனியா, பிசின், கொழுப்பு, எரி எண்ணெய் முதலிய பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன. சுரப்பி நீரில் உள்ள எரி எண்ணெயே அந்நீர்மத்தின் மணத்திற்குக் காரணமாகும்.

அருவெறுக்கத்தக்க வளிமத்தை அல்லது நீர்மத்தை பாப்ச்சம் விலங்குகள் அனைத்தும் பொதுவாக ஈரல் நிறத்தை உடையன. குறிப்பாக இவ்வீரல் நிறம் இதன் தற்காப்பிற்காகவும் எதிரிகளுக்கு எச்சரிக்கை வண்ணமாகவும் (warning colouration) திகழ்கிறது. ஒருமுறை அனுபவம் பெற்ற எதிரி விலங்குகள் இதன் நிறத்தை அடையாளம் கண்டு கொண்டு அந்திறமுடைய விலங்குகளை அணுகாது தவிர்க்கின்றன. புனுகுப்பூனை முகத்தில் கறுப்பும் வெள்ளையுமான பட்டைகளால் ஆன முகமூடிகளைக் (masks) கொண்டுள்ளது. எதிரிகள் இந்த வண்ண அமைப்பினை நினைவில் கொண்டு புனுகுப்பூனையைத் தாக்காது தவிர்க்கின்றன.

குடும்ப வாழ்க்கை. பெரும்பாலும் புனுகுப்பூனை அமைதியான இயல்புடையது. இதன் மணச்சுரப்பிகளிலிருந்து தோன்றும் மணத்தை அடையாளம் கொண்டே ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொள்கின்றன. வழக்கமாக புனுகுப்பூனை தனித்தே காணப்படுகிறது. இதற்கெனக் குறிப்பான இனப்பெருக்கக் காலம் இருப்பதில்லை. சிறிய இந்தியப் புனுகுப்பூனை (small Indian civets) ஆண்டின் அனைத்துப் பருவத்திலும் இனம் பெருக்கும். ஏனைய ஆண்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட பருவத்தில் இனப்பெருக்கச் செயல்கள் மிகுதியாக நடைபெறும். பெரும்பாலும் பனைப் புனுகுப் பூனை, அக்டோபர், நவம்பர், டிசம்பர் மாதங்களில் இனப்பெருக்கச் செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. மரப் பொந்துகளையும், குன்றுகளின் மறைவிடங்களையும் குட்டிகளைப் பாதுகாப்பதற்கான உறைவிடங்களாக தேர்ந்தெடுக்கிறது. இமர்லயப் பனைப் புனுகுப் பூனைக் குட்டிகள் மூன்று மாதங்களுக்குள்ளாகவே தாய் தந்தையின் அளவுக்கு வளர்ந்து விடுகின்றன. சாதாரணமாக புனுகுப் பூனை 12 - 15 ஆண்டுகள் உயிர் வாழும். காட்டிலிருந்து பிடிக்கப்பட்டு வளர்ந்த ஜெனட்ஸ் என்னும் ஆப்பிரிக்கப் புனுகுப் பூனை ஏறத்தாழ 35 ஆண்டுகள் வாழ்ந்ததாகத் தெரிய வந்துள்ளது.

பயன். புனுகுப்பூனை எலிகளையும், பயிர்களுக்கு அழிவு விளைவிக்கும் சிறிய விலங்குகளையும் வேட்டையாடி மனிதனுக்கு துணை புரிகிறது. பனைப் புனுகுப்பூனையின் ஓர் இனமான ஹெமிகாலஸ், அணில்களை வேட்டையாடித் தென்னந் தோப்புகளுக்கு ஏற்படும் கேடுகளைத் தவிர்க்கிறது. காஃப்பிப் பழங்களை உண்ணும் புனுகுப்பூனை காஃப்பி விதைகளைப் பரப்புவதில் ஓரளவு உதவி புரிகிறது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் புனுகு, மருந்து, நறுமணப் பொருள் ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு பயன்படுகிறது. இப்பூனைக் குறிப்பிட்ட நாளுக்கு ஒருமுறை விலங்குகளின் வயதிற்கும், ஆண்டின் பருவத்திற்கும் ஏற்பக் கொம்பினால் செய்த கரண்டி மூலம் சுரண்டி எடுப்பர். ஒரு வாரத்தில் ஏறத்தாழ 30 கிரெயின் புனுகு கிடைக்கும். சில சமயங்களில் புனுகுப் பூனையைக் கொண்டு அதன் மணச் சுரப்பி முழுவதையும் தோலோடு அறுத்து எடுத்து விடுவர். இதற்குப் புனுகுச் சட்டம் என்று பெயர். இது விலை உயர்ந்தது. மனிதனால் வேட்டையாடப்படுவதால் புனுகுப் பூனை இனம் பெருமளவு குறைந்து வருகிறது.

முகமது இப்ராஹிம்



பூ

தாவரங்களின் படிமலர்ச்சியில் குறிப்பிடத்தக்கவை பூக்களும் அவற்றின் இனப்பெருக்கச் சிறப்பியல்களும் ஆகும். பூத்தாவரங்களின் இனப்பெருக்கப் படிமலர்ச்சி என்பது பூவின் படிமலர்ச்சியேயாகும்.

அமைப்பு. பூவின் அமைவிடம் தண்டு நுனிகளிலோ (terminals) தண்டுக் கோணங்களிலோ (axils) இருக்கலாம். பூவின் உறுப்பு வட்டங்களைப் பூவிலைகள் (floral leaves) எனலாம். இவை வட்ட வடிவிலோ தொடர் சுற்றுகளாகவோ தண்டின் மீது காணப்படலாம். ஒரு சில வகைப் பூக்களில்



நாயுருவி



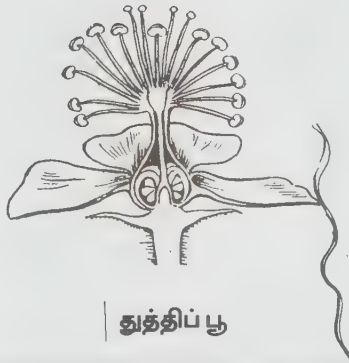
தும்பை



தென்னை



கத்தரிப் பூ



துத்திப்பூ



நெருஞ்சிப் பூ

பூக்கிளைகள் வட்டச் சுற்றுகளாக (spirocyclic/hemicyclic) விளங்கும்.

பொதுவாக, ஒரு பூவில் நான்கு சுற்றுகளில் அல்லது வட்டங்களில் பூப்பகுதிகள் (floral parts) அமைந்திருப்பதுண்டு. இவற்றைப் புல்லிவட்டம் (calyx), அல்லிவட்டம் (corolla), ஆணகம் (androecium),

பெண்ணகம் (gynaeceum) எனலாம். இவற்றில் புல்லிவட்டம், அல்லிவட்டம் ஆகியவை தேவைக் குறைந்த சுற்று என்றும் ஆணகம், பெண்ணகம் ஆகியவை தேவைக் குறைந்த சுற்று என்றும் ஆணகம், பெண்ணகம் ஆகியவை தேவை மிகுந்த உறுப்புகள் எனவும் கருதப்படும். புல்லி, அல்லி வட்டங்கள் பாதுகாத்தல், பூவுக்கு அழகூட்டல்



உருளைக்கிழங்கு



ஊமத்தை



பூசனி



புளி



போன்றவற்றைச் செய்கின்றன. மகரந்தத்தாள், சூலக வட்டங்கள் ஆகியன இனப்பெருக்கப் பணிகளை மேற்கொள்கின்றன. பூ வட்டங்கள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ள விதத்தின் அடிப்படையில் பூக்களை முழுப் (complete) பூக்கள் அல்லது குறை (incomplete) பூக்கள் எனவும் பகுக்கலாம். ஒரு மலரின் அனைத்து வட்டங்களும் இருப்பின் அது முழுமலராகவும் இல்லையேல் அது குறைமலராகவும் கொள்ளப்படும்.

புல்லி, அல்லி வட்டங்கள் இரண்டும் அமைந்த மலர்களை ஈரிதழ் வட்ட மலர்கள் (dichlamydoms) எனவும் இவற்றில், ஏதேனும் ஒன்று நீங்கிய மலர்களை ஒரிதழ் வட்ட மலர்கள் (monochlamydoms) எனவும் குறிக்கலாம். ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில், புல்லி, அல்லி வட்டங்கள் ஆகியன புற மாறுபாடுகள் அற்றவை. பால் உறுப்புகள் இரண்டையும் பெற்றுள்ள மலர்களை இருபால் (bisexual) பூக்கள் எனவும் இவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றைத் தாங்கியவற்றை



சிலுவை வடிவம்



கேரியோபில்லேசியஸ்



ரோஜாவடிவம்



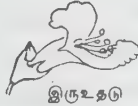
மணிவடிவம்



குழல்வடிவம்



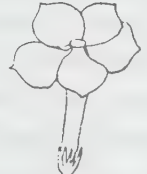
புளல்வடிவம்



இருஉதடு



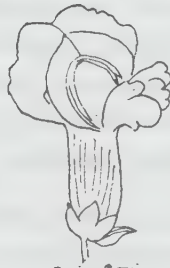
வண்ணத்துப்பூச்சி



முறுக்கிய



பைவடிவம்



பெர்ஸனேட்



நாக்ருவடிவம்



குழவிதழ் →

குழவிதழ் கொண்டது

ஒருபால் (unisexual) பூக்கள் எனவும் கருதலாம். ஒருபால் பூக்கள் பால் அடிப்படையில் ஆண் பூக்கள் (male/staminate flower) அல்லது பெண் பூக்கள் (female/staminate flower) எனப்படும். மலர் வட்டப் பகுதிகள் (members of floral whorles) பூவடிக்கிண்ண விளிம்பில் (edge of thalamus) அமைந்துள்ள விதத்தைக் கொண்டு, பூக்கள் ஒழுங்கானவை (regular/actinomorphic) எனவும், ஒழுங்கற்றவை எனவும் (irregular/zygomorphic) குறிப்பிடப்படுகின்றன.

ஒழுங்கான பூவை எந்த ஒரு செங்குத்து மட்டத்திலும், இரு சம பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். எனவே இதன் வடிவம் சீரானதும், கவர்ச்சி மிகுந்ததும் ஆகும். ஒழுங்கற்ற வடிவப் பூவை ஏதேனும் ஒரு செங்குத்து மட்டத்தில் மட்டுமே இரு சம பிரிவுகளாகப் பிரிக்க இயலும். ஏனைய மட்டங்களில் பிரிவுகள் மாறுபாடான அமைப்புகளாகப் பகுக்கப்படும். மலர் வட்டப் பகுதிகளின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் மலர்களை, மூன்றடுக்கு (trimerous), நான்கடுக்கு (tetramerous), ஐந்தடுக்கு (pentamerous) என வகைப்படுத்தல் உண்டு. இவை முறையே 3, 4, 5 அல்லது இவற்றின் மடங்குகளால் ஆன எண்ணிக்கைகளைப் பகுதிகளாகப் பெற்றிருக்கும். ஆனால், பூ வட்டங்களிடையே, பகுதிகள் எண்ணிக்கையில் மாறுபாடுகள் இருப்பின் அவ்வகைப் பூக்கள் மாற்று (heteromerous) எண் பூக்கள் எனப்படுகின்றன. ஒரே பகுதி வட்டங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுற்றுகளில் அமைவதால், ஐந்து சுற்று (pentacyclic), பல சுற்று (polycyclic) போன்ற நிலைகள் தோன்றுகின்றன.

**பூவடிக்கிண்ணம்:** இப்பகுதி, பூவைத் தாங்கும் காம்பின் முனைப்பகுதி ஆகும். இயல்பாக, இப்பகுதி சற்றுப் பருத்துக் காணப்படும். இது நீண்ட மற்றும் உருளை வடிவங்களுடன் காணப்படலாம். பூவடிக்கிண்ணப் பகுதி (thalamus region) மூன்று கணுவிடைகளைக் கொண்டது. இவற்றின் கணுக்களில் முறையே புல்லி, அல்லி, மகரந்தத்தாள், சூலக வட்டம் ஆகியன தோன்றுகின்றன. இக்கணுவிடைகள் பூவிதழ்த்தாங்கி (anthophore), மகரந்தத்தாள் தாங்கி (androphore), சூலகத்தாங்கி (gynophore) எனப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பூவடிக்கிண்ணத்தின் முடிவில் சூலகம் தோன்றுகிறது. பூவடிக்கிண்ணப் பகுதியில் ஆங்காங்கே வட்டுகள் தோன்றலாம். இவ்வட்டுகளில் மலரின் பலவகைச் சுரப்பிகள் உருவாகின்றன. இவை நறுமணம் தரும் எண்ணெய், தேன் போன்றவற்றைச் சுரக்கின்றன.

**பூவடிக்கிண்ணமும் பிற உறுப்புகளும்.** சூலகத்தை தலை மேல் தாங்கியுள்ள பூ அமைப்புகளை சூலகக் கீழ் பூக்கள் (hypogynous) எனவும், சூலகத்திற்கு மேல் பிற உறுப்புகள் அமைந்திருப்பின் (epigynous) சூலக மேல் மலர்கள் எனவும், சூலகம், இடை மட்டத்தில் அமைந்திருப்பின் அப்பூக்களை இடைமட்ட வகை (perigynous) எனவும் குறிப்பிடலாம்.

**புல்லிவட்டம்.** இது புல்லி இதழ்களால் ஆனது. ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் ஏற்ப, புல்லி வட்டங்கள் எண்ணிக்கையில் மாறுபடும். இவை இணைந்தோ (gamosepalous), பிரிந்தோ (polysepalous) இருக்கும். இவற்றின் இணைவு நிலைகள் (degree of union) மாறுபட்ட நிலைகளில் இருக்கலாம். பருத்திக் குடும்பம் போன்ற சில தாவர வகைகளில் புறப் புல்லி என்னும் ஒரு கூடுதல் வட்டம் காணப்படுகிறது. புல்லி இதழ்கள் பல்வேறு வகைகளில் அமைந்திருக்கலாம். டிராபா பைஸ்பைனோசா (trapa bispinosa) தாவரத்தில் புல்லி இதழ்கள் முட்களை ஒத்திருக்கின்றன. டெல்பீனியம் அஜாக்ஸ் (delphinium ajacis) தாவரத்தில், புல்லி இதழ்கள் இணைந்து குழல் போன்ற அமைப்பைத் (spur) தோற்றுவிக்கின்றன.

**புல்லி நிலைப்பு (Duration of calyx).** சில வகைத் தாவரங்களில் புல்லிகள் நீண்ட நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து நிலைத்துள்ளன. கத்தரி, ஊமத்தை, துளசி போன்ற சிற்றினங்களில் நிலையான புல்லி இதழ்கள் காணப்படுகின்றன. தக்காளி இனத்தின் புல்லி இதழ்கள் நிலைத்து நிற்பதோடு, தொடர்ந்து வளர்ச்சியடைகின்றன. இவை வளர் புள்ளிகள் (acrescent) எனப்படுகின்றன.

**அல்லி வட்டம்.** இது பூவின் இரண்டாம் சுற்றாக அமைகிறது. புல்லி இதழ்களைப் போலவே, அல்லி இதழ்களும், மலரின் உள்ளடங்கிய உறுப்புகளைப் பாதுகாப்பதுடன், மகரந்தச் சேர்க்கைக் காரணிகளை ஈர்க்கும் தன்மையும் பெற்றுள்ளன. இயல்பாக அல்லி இதழ்கள் நிறமிகளின் தன்மையால், வெவ்வேறு வண்ணங்களைப் பெறுகின்றன. இவை இணைந்தோ, பிரிந்தோ இருக்கலாம்.

**அல்லி வடிவம்.** அல்லி இதழ்கள் வெவ்வேறு முறைகளில் பூவடிக்கிண்ண விளிம்பிலிருந்து தோன்றுவதால், அல்லி வடிவம் பலவித மாற்றங்களைப் பெறுகிறது.

**பிரிந்த அல்லி வடிவம்.** சிலுவை வடிவம் (cruciform) என்னும் அமைப்பில் இரண்டு அல்லி இதழ்கள்



தெற்கு, வடக்குத் திசைகளில் இருப்பின் வேறு இரண்டு அல்லி இதழ்கள் கிழக்கு, மேற்குத் திசைகளில் அமைந்து சிலுவை வடிவத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எ-டு: கடுகுக் குடும்ப மலர்கள். இதழ்கள் இணையாது தனித்து நின்று, ஒவ்வொரு இதழும் செங்கோண வடிவத்தில் வெளிநோக்கி வளைந்திருப்பதும் உண்டு. எ-டு: டயான்தஸ். சிலவற்றில் பல அடுக்குகளில் அல்லியிதழ்கள் அமைந்துள்ளன. எ-டு:

ரோசா மற்றும் தேயிலை வண்ணத்துப் பூச்சி முறை அமைப்பில், இதழ்கள் மூவகை வடிவத்தில் உள்ளன. இவை முறையே பெரிய கொடி அல்லி, இறகு அல்லி, படகு அல்லி என மாறுபட்டவை. இவை ஐந்தும் வண்ணத்துப் பூச்சி வடிவில் அமைந்துள்ளன. இவற்றில், மகரந்தத்தாளும் சூலக வட்டமும் படகு அல்லிகளுக்குள் அமைந்துள்ளன. எ-டு: அவரைக் குடும்ப மலர்கள்.



சொப்பு வடிவம்



முருக்கியிருந்தல்



உதடுவடிவம்



புளவடிவம்



மணிவடிவம்



நாவடிவம்



குழலிதழ்



குழல்கொண்டு விரிந்தது



பட்டுப்பூச்சி (அ)  
வண்ணத்துப்பூச்சி வடிவம்



குழல்வடிவம்

## இணைந்த அல்லி வடிவங்கள்

**குழாய் வடிவ அல்லி.** அல்லிகள் குழாய் போல் நீண்டு, விளிம்பில் மட்டும் சிறு இதழ்களாக விரிந்த அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். எ-டு: சூரியகாந்திக் குடும்பப் பூக்கள்.

**மணி வடிவ அல்லி.** அல்லிக் குழல் நீண்டு அமையாமல், குறுகிய அமைப்பில் இருப்பதாலும், இதழ்கள் சற்றே வெளிநோக்கி விரிந்திருப்பதாலும் அல்லி வட்டம், மணி போன்ற உருவ அமைப்பைப் பெறுகிறது. இவ்வமைப்பைப் பூசணிக் குடும்பப் பூ வகை, தக்காளிச் செடியின் பூக்கள் ஆகியவற்றில் காணலாம். புனல் வடிவமைப்பை, ஊமத்தை, சர்க்கரைவள்ளிக் குடும்பப் பூக்களில் காணலாம். சால்வர் வடிவமைப்பை உடைய அல்லி வட்டங்களில் அல்லிகள் நீண்ட குறுகிய கால் போன்ற பகுதியையும் வெளிப்புறத்தில் அகன்று விரிந்த இதழ்களையும் பெற்றுள்ளன. அல்லிகள் இணைந்தவை, எனவே சால்வர் அமைப்பை உடையன. எ-டு: தித்தியக்கல்யாணி.

**சக்கர வடிவ அல்லி வட்டம்.** இவ்வகை அமைப்பில் அல்லிக் குழல் மிகச் சிறியதாக இருப்பதால், மலரில் அல்லி இதழ்கள் இணையான அமைப்பைப் பெற்றவைப் போலத் தோற்றமளிக்கின்றன. எ-டு: கத்தரி, சுண்டை, பவளமல்லி.

## ஒழுங்கற்ற வகை

**நாக்கு வடிவ அமைப்பு (Ligulate).** இணைந்த அல்லிக் குழலின் ஒருபுறத்தில் அமைந்த இதழ்கள், மற்ற இதழ்களிலிருந்து பிளவுபட்டுத் தனித்து நாக்கு போல் விலகி நிற்கின்றன. எ-டு: சூரியகாந்தி மஞ்சரியின் வெளிவிளிம்பில் உள்ள மலர்கள் (ray florets).

**உதடமைப்பு (Labiate).** அல்லி வட்டத்தின் சிறு பகுதிகள் ஒரு பிரிவாகவும், மற்றவை வேறு பிரிவாகவும் உதடு போன்ற உருவத்தில் அமைந்திருப்பதால், இவ்வகைப் பூக்கள் இரட்டை உதடமைப்பைக் கொண்டவை எனப்படுகின்றன.

**பூ வட்டங்களில் இளநிலை வடிவமைப்பு (Aestivation).** இளநிலையில் (bud) பூவின் வட்டங்கள், அவற்றின் பகுதிகள் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வகை வடிவமைப்பில் தாங்கியுள்ளன என்பதை விவரித்தல் பூ வட்டங்களின் இளநிலை வடிவமைப்பு எனப்படுகிறது.

**தொடு இதழ் அமைப்பு (Valvate).** பூவிதழ்கள் ஒரே வட்டத்தில் அமைந்து, விளிம்புகளில் மட்டும் தொடுகின்ற அமைப்பு தொடு இதழ் அமைப்பாகும்.

**திருகு இதழ்.** அடுத்தடுத்து அமைந்த பகுதிகளின் விளிம்புகள், முந்தைய பகுதி விளிம்பின் மேல் தழுவுவதால் மையத்திலிருந்து வெளிநோக்கி அமைந்த தோற்றம் ஏற்படுகிறது. இதுவே திருகு இதழ் அமைப்பு (contorted) எனப்படுகிறது.

**சீரற்ற அடுக்கு (Imbricate).** இவ்வகை அமைப்பில் இதழ்களின் விளிம்புகள், ஒன்றினை ஒன்று தழுவுகின்றன. ஆனால் இத்தழுவல்கள் சீரற்ற முறையில் அமைந்துள்ளன. இதனால் பூப்பகுதிகள் வெவ்வேறு வட்டங்களில் அமைந்தவை போன்ற தோற்றம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

**சுருள் கம்பி வடிவம் (Quincuncial).** ஒரே வட்டத்தைச் சார்ந்த பகுதிகள் வெவ்வேறு வகைத் தழுவல் அமைப்பில் இருப்பதால் இவ்வகைத் தோற்றம் உண்டாகிறது. 5 பகுதிகளில் 2 வெளி, 2 உள், 1 வெளிஉள் என அமையும்.

**பூவிதழ்.** சிலவகை பூக்களில் புல்லி, அல்லி பாகுபாடுகள் தெளிவாக இல்லாமையால், இவ்விரு வட்டங்களின் பகுதி ஒத்த அமைப்பிலிருக்கும். இவற்றைப் பூவிதழ் (perianth) என்பர். தனிப் பகுதிகள் இணைந்தோ, தனித்தோ இருக்கலாம். எனவே இவை பிரிந்த பூவிதழ் (polyphyllous), இணைந்த பூவிதழ் (gamophyllous) எனப்படுகின்றன. இவற்றின் மீது மகரந்தத் தூள்கள் ஒட்டியிருந்தால் இவை பூவிதழ் ஒட்டுக் கேசரங்கள் (epiphyllous) எனப்படும்.

**மகரந்தத் தூள் வட்டம் (Androecium).** இது பூவின் மூன்றாம் சுற்றைக் குறிக்கிறது. இவ்வட்டத்தின் பகுதி மகரந்தக் கேசரம் எனப்படும். இக்கேசரம் மகரந்தக் காம்பு, மகரந்தப் பை என இரண்டு பகுதிகளால் ஆனது. மகரந்தப் பை பொதுவாக இரண்டு பகுதிகளால் (lobes) ஆனது. இவ்விரு பகுதிகளும் இணைப்புத் திசுவால் ஒட்டப்பட்டு ஒரே அமைப்புப்போல் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் இரண்டு மகரந்த அறைகள் (pollen chambers) உள்ளன. ஒவ்வொரு அறையும் ஒரு ஸ்போராஞ்சியத்தைக் (sporangium) குறிக்கிறது. இவற்றில் தோன்றும் விதைகள் மகரந்தத் தூள்கள் (pollen grains or microspores) எனப்படுகின்றன.

**மகரந்தக் காம்பு.** மகரந்தக் கேசரங்கள் காம்புடையவை. எனினும், சிலவற்றில் இக்காம்புகள் மிகவும் குன்றிய நிலையில் உள்ளன. இவ்வகை அமைப்புகள், காம்பில்லாக் கேசரங்கள் (sessile) எனப்படுகின்றன. சிலவகைப் பூக்களில் மகரந்தக் கேசரங்கள் மலடாக அமைந்திருப்பதும் உண்டு. இவற்றின் மகரந்தத் தூள்கள் செயலற்றவை. ஆமணக்குப் பூவில் மகரந்தக் காம்புகள் கிளைத்துள்ளன.



**இணைப்பு.** ஒரு மகரந்தப் பைகளையும் இணைப்பிரியா அமைப்புகளாக ஒட்டியமைக்கின்ற திசுப் பகுதி, இணைப்பு (connective) எனப்படுகிறது. இப்பகுதி மகரந்தக் காம்பின் நீட்சியே (extension) ஆகும். ஏறக்குறைய அனைத்து தாவரங்களிலும் இணைப்பு, கண்ணுக்குப் புலப்படாத அமைப்பாகவே இருந்து வருகிறது. எனினும் சிலவற்றின், இணைப்பு அகன்று அமைவதால், மகரந்தப் பைகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகி வளர்கின்றன. இவற்றை இரட்டைப் பை அமைப்பு (divanicate) என்பர். இவை பிக்னோனியேசிக் குடும்பத்தில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. சிலவகைத் தாவரங்களில், இணைப்பு, மகரந்தப் பைகளின் மட்டத்திற்கு மேல் நீண்டு வளர்தலும் உண்டு. இவை மேல் நீண்ட வளர்ச்சி (appendiculate) எனப்படுகின்றன.

மகரந்தக் காம்பு - மகரந்தப் பை இணைப்புகள் மகரந்தப் பை, மகரந்தக் காம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள முறைகள் மாறுபட்டவை. பைகள், காம்பின் மீது ஒரு பக்கத்தில் பதிய வைத்து போன்ற அமைப்பு (adnate) காணப்படும். எ-டு: வாழை, மகரந்தப் பைகள், மகரந்தக் காம்பின் மீது மகுடம் வைத்தாற்போல் அமைந்த நிலை, கீழ் இணைப்பு (basifixed) எனப்படும். மகரந்தப் பைகளின் முதுகு போன்ற பகுதியில் மகரந்தக் காம்பு இணைக்கப்பட்டிருப்பின் அவை புற இணைப்பு (dasifixed) எனப்படுகின்றன. எ-டு: அகத்தி. மகரந்தப் பைகளின் மையப்பகுதியில் காம்பு இணைந்திருந்தால் பைகளின் அசைவிற்கு உதவுகிறது. இவ்வகை இணைப்பு இயக்க இணைப்பு (versatile) எனப்படும்.

மகரந்தப்பை வெடித்தல். மகரந்தத் துகள் (pollen) பருவநிலை எய்தியவுடன், அவை வெளியேற்றப்படும் பொருட்டு, மகரந்தப் பைகள் வெடிக்கின்றன. வெடிக்கும் (dehiscence) முறைகள் மாறுபடுகின்றன. மகரந்தப் பைகள் சிதைவை அடிப்படையாகக் கொண்டு நீள்வாட்டச் சிதைவு (longitudinal dehiscence), குறுக்குவாட்டச் சிதைவு (transverse) என இரு வகைப்படுகின்றன. இவை தவிர நுண்துளைச்சிதைவு (porous or apical) அல்லது மேற்சிதைவு என்பது, மகரந்தப் பையின் மேல் முனையில் நுண் துளை வாயிலாக மகரந்தத்துகள்கள் வெளியேறுவதைக் குறிக்கிறது. எ-டு: கத்திரி வகை. அறைச் சிதைவு (valvular dehiscence) என்பது மகரந்தப் பைகளின் சுவர்கள், ஒரு பெரும் பகுதியில் பெயர்ந்து விலகுவதைக் குறிக்கிறது. எ-டு: இலவங்கம்.

மகரந்தக் கேசரங்களின் அமைப்பு. பூவின் பூவடிக்கிண்ணத்தின் மீது, மகரந்தக் கேசரங்கள், ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட

வட்டங்களில் அமைந்திருந்தால், அது ஒரு புதிய அமைப்பாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் பொதுவாகக் கேசரங்களின் எண்ணிக்கை, புல்லி/அல்லி எண்ணிக்கையோடு இணைந்தும், ஒரு வட்டத்திலேயே அமைந்தும் காணப்படும். இது அல்லி/புல்லி நோக்கிய அமைப்பு (isomer) எனப்படுகிறது. இரு வட்டக் கேசர அமைப்பில் முதற்சுற்று அல்லி நோக்கியும், இரண்டாம் சுற்று புல்லி நோக்கியும் இருத்தல் அல்லி நோக்கிய அமைப்பு (diplostemonous) எனப்படும். முதற்சுற்று புல்லி நோக்கியும், இரண்டாம் சுற்று அல்லி நோக்கியும் இருத்தல் இதற்கு எதிரிடையான அமைப்பு (obdiplostemonous) எனப்படும். ஒரு பூவின் மகரந்தத்தாள் வட்டத்தில் ஆறு பகுதிகள் அமைந்து, அவற்றில் 4 நீண்டவையாகவும், 2 குறுகியவையாகவும் இருப்பின் அது நான்கிரண்டு அமைப்பு (tetradynamous) என்றும், 4 பகுதி உள்ள அமைப்பில் 2 நீண்டும், 2 குன்றியும் இருப்பின் அது இரண்டிரண்டு அமைப்பு (didynamous) எனவும் வழங்கப்படும். பல்வேறுபட்ட உருவ அமைப்புகளைக் கொண்டக் கேசரங்கள் ஒரு மகரந்தத்தாள் வட்டப் பகுதிகளாக அமைந்திருந்தால் பல்வேறு உயர அமைப்பு (heterodynamous) எனப்படும்.

மகரந்தக் கேசரங்களில் இணைப்பில் ஒட்டுதல், இணைதல் என இருவகைகள் காணப்படுகின்றன. ஒட்டுதல் என்பது மகரந்தக் கேசர உறுப்புகள், மலரின் பிற வட்டப் பகுதிகளுடன் சேர்வதைக் குறிக்கிறது. இணைதல் என்பது மகரந்தக் கேசரப் பகுதிகள் தங்களிடையே (cohesion) சேர்வதைக் குறிக்கிறது. அல்லிகள் மீது மகரந்தக் கேசரங்கள் ஒட்டியிருந்தால் அவை அல்லி ஒட்டுக் கேசரங்கள் (epipetalous) எனவும் பூவிதழ்கள் மீது ஒட்டியிருந்தால் பூவிதழ் ஒட்டுக் கேசரங்கள் (epiphyllous) எனவும் கருதப்படும். சூலகப் பகுதி மற்றும் மகரந்தக் கேசரப் பகுதியிடையே நிகழும் ஒட்டுதல்களும் நன்குணரப்பட்டவையே. எ-டு: எருக்குக் குடும்பத்தில் கைகோஸ்ஜியம் (gynostegium) எனப்படும் பகுதி. இணைதல் என்பது மகரந்தக் காம்பு களுக்கிடையேயோ; காம்புக் கற்றைகள் (adelphous) அல்லது மகரந்தப் பைகளுக்கிடையேயோ பை இணைவுகள் (syngamy) நிகழலாம். கற்றைகள் தோற்றுவிக்கப்படும்போது பொதுவாக மகரந்தப் பைகள் விலகி நிற்கின்றன. அவை ஓர் கற்றை (monodelphous), ஈர் கற்றை (diadelphous), பல் கற்றை (polyadelphous) என்று கற்றைகளின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் குறிக்கப்படுகின்றன.

மகரந்தக் காம்புகள் விலகி நின்று மகரந்தப் பைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்திருக்கும் நிலை (syngeneceious)

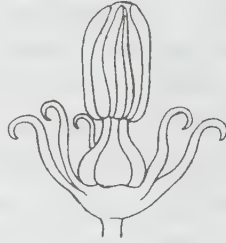
பை இணைவு எனப்படுகிறது எ-டு: சூரியகாந்தி மலர்கள். பூசணிக் குடும்பத்தில் 5 மகரந்தக் கேசரங்களும், 4, 1 என அமையும். இவை இணை ஆண் உறுப்புகள் (synandrous) எனப்படுகின்றன.

சூலக வட்டம் (Gynaecium). சூலக வட்டம் பூவடிக் கிண்ணத்தின் இறுதிச் சுற்றாக அமைகிறது. சூலிகை

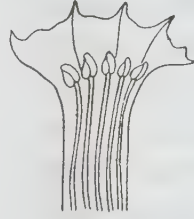
(carpels/megasporophyllus) என்னும் பகுதியின் தொகுப்பே சூலக வட்டம் எனப்படுகிறது. சூலகத் தொகுப்பில் ஈடுபட்டுள்ள சூலிகைகளின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் இவை ஒரிலைச் சூலகங்கள் (monocarpellary), ஈரிலைச் சூலகங்கள் (bicarpellary), மூவிலைச் சூலகங்கள் (tricarpellary), நான்கிலைச் சூலகங்கள் (tetracarpellary),



அ



ஆ



இ



ஈ

(அ) இணைந்த இலை

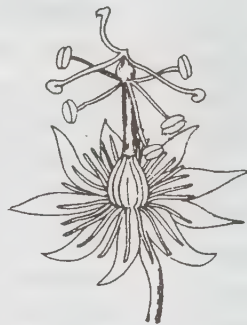
(ஆ) இணை ஆண் உறுப்பு

(இ) அல்லி ஒட்டுச் கேசரங்கள்

(ஈ) பூவிதழ் ஒட்டுச் கேசரங்கள்



பூவிதழ்த்தாங்கி



மகரந்தத்தாள் தாங்கி



சூலகத்தாங்கி



பல் சூலிலைச் சூலகங்கள் (multicarpellary) எனப் படுகின்றன. சூலக அமைப்பில், சூலிலைகள் இணைந்தோ, பிரிந்தோ இருக்கலாம். சூலிலைகள் பல்வேறு அளவுகளில் இணைந்திருக்கலாம். அதாவது சூலக வட்டத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளும் இணைந்தோ, சில இணைந்தோ, சில பிரிந்தோ இருக்கலாம். சூல்பை (ovary), சூலகத் தண்டு (style), சூலக முடி (stigma) என்னும் பகுதிகள் சூலகங்களின் அடிப்படை அமைப்புகளாகும். இவ்வுறுப்புகளில் சூல்பை இணைதல், சூல்பை, சூலகத்தண்டு இணைதல், சூலக முடி மட்டுமே இணைந்திருந்தல் என வெவ்வேறு அமைப்புகள் உண்டு. சூலகத் தண்டு (style) பொதுவாக சூல்பையின் மேற்புறத்தில் தோன்றி மெல்லிய குழலாக வெளிநோக்கி வளர்கிறது. சிலவகை மலர்களில் சூலகத் தண்டு சூல்பையின் அடித்தளத்தில் தோன்றிச் சூல்பையின் மையத்தே அமைந்திருந்தலும் காணப்படுகிறது. துளசி வகைப் பூக்களில் இவை சூல்பைத் தளச் சூலகத்தண்டு (gynobasic style) எனப்படுகின்றன. கல்வாழைப் பூக்களில், சூலகத்தண்டு, அல்லி இதழைப் போன்று தோற்றமளித்தால், அவை அல்லியொத்த சூலகத்தண்டுகள் (petaloid style) எனப்படுகின்றன. கொத்தமல்லி வகையில் சூலகத்தண்டின் அடிப்பகுதி பருத்துக் காணப்படும். இது சூலக தண்டுப் பாதம் (stylopodium) எனப்படுகிறது. கிளைத்த சூலகத்தண்டுகள் ரப்பர் மரக்குடும்பத்தில் காணப்படுகின்றன.

**சூலக முடி (Stigma).** பொதுவாகச் சூலகமுடி, சூலகத்தண்டின் முனைப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. எனினும் தாமரை மலரின் சூலகத்தண்டு மிகமிகக் குறுகிய அமைப்புக் கொண்டதால், சூலகமுடி சூல்பையின் மேல் அமைந்திருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. சூலகமுடி இயல்பாக ஒட்டும் தன்மையுடனும், ஒருவித ஈரப்பசையுடனும் அல்லது மெல்லிய தூவிகளைத் தாங்கியும் அமைகிறது. எனவே இவை ஈரப்புப் பரப்புகளாகக் (receptive surfaces) கருதப்படுகின்றன. சூலக முடி சிறு வளையம் (lobes) அல்லது பிரிவுகளால் (fid) ஆனது.

**சூல்பை.** சூல்பை, சூலகத்தின் மிக இன்றியமையா உறுப்பு. இது சூலிலையின் பெரும்பகுதியைத் தன்னகத்தே கொண்டது. சூலிலையின் விளிம்பில் அமைந்த சூல் ஒட்டுத் திசு (placenta) சூலிலையின் இரு விளிம்புகளையும் இணைக்கிறது. இவ்வொட்டுத் திசுவின் மீதே சூல்கள் தோன்றுகின்றன. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சூல்பைகள் இணையும்போது சூல் ஒட்டுத் திசுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து மையத்தில் அமைவதும் உண்டு.

இவ்வகை அமைப்பில் ஒவ்வொரு சூல்பையும் ஓர் அறை போல் (chamber) காணப்படும். இவை அனைத்தையும் பல அறைகள் கொண்ட ஒரு சூல்பையாகக் கருதுவர்.

**சூல் ஒட்டு அமைப்பு.** சூலகத்தின் சூல்பைச் சுவர்களில் எவ்வாறு சூல்திசு தோன்றியுள்ளது என்பதை விளக்குவதே சூல் திசுவமைப்பு (placentation) எனப்படுகிறது. சூல் திசு சூல்பைச் சுவர்களில் பல நிலைகளில் அமைவது, சூல்பை அறைகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் அவற்றிற்கிடையே தோன்றும் இணைப்புகளைப் பொறுத்துப் பொதுவாக அமைகிறது.

**விளிம்பு ஒட்டு முறை (Marginal placentation).** ஓரிலைச் சூலகங்களில் சூலிலையின் இரு விளிம்புகளையும் இணைக்கும் பகுதியில் சூல்திசு தோன்றி, சூலக அறையின் விளிம்பில் காணப்படுகிறது.

**ஓர ஒட்டு முறை (Parietal placentation).** பூசணி, வெள்ளரி போன்ற பூக்களில் சூலக அறைகள் தங்களின் எல்லைகளைத் துறந்து ஒரே அறையாகத் தோன்றுகின்றன. இவ்வறையின் ஓரங்களில் சூல்திசு ஆங்காங்கே காணப்படுகிறது.

**அச்சு ஒட்டு முறை (Axile placentation).** சூலிலைகள் இணைந்து சூலக அறைகள் தனித்தனி எல்லைகளுடன் காணப்படும்போது சூல்திசு அறைகள் ஒன்றிய மையப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. எ-டு: வெண்டை.

**தனி மைய ஒட்டு அமைப்பு (Basal placentation).** தனித்த ஓரிலை ஓரகச் சூல்பைகளில் ஒற்றைச்சூல் தோன்றும்போது, தனிச்சூல் திசு அமைப்பு காணப்படுகிறது. எ-டு: சூரியகாந்தி.

**ஆரமில்லா ஒட்டு அமைப்பு (Free central).** சூல்பையின் மையப் பகுதியில் சிறிய தூண் போல் தோன்றி சூலகக் கூரையைத் தொடாமல் நின்று சூல்களைத் தாங்குகிறது. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் மையப்புள்ளி போலத் தோன்றுகிறது.

**மேலோட்ட ஒட்டு அமைப்பு (Superficial).** பல சூலிலைகளால் ஆக்கப்பட்டு, சூலக அறைச் சுவர்களின் மீது பரவலாகத் தோன்றுகிற திசு மேலோட்டச் சூல் திசு எனப்படுகிறது. எ-டு: அல்லி, தாமரை.

சி. இராமன்

## பூக்கும் தாவரம்

தாவரவியலார், தாவர உலகை இரு பெரும் பிரிவாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை பூவிலாத் தாவரங்கள் (cryptogams), விதைத் தாவரங்கள் (phanerogams) என்பனவாகும். விதைத் தாவரங்களை விதை மூடாத் தாவரங்கள் (gymnosperms), பூக்கும் (angiosperms) என மேலும் இருவகைப்படுத்தலாம்.

பூக்கும் தாவரப் பிரிவில் ஏறத்தாழ 2,50,000 சிற்றினங்கள் காணப்படுகின்றன. இன்றைய சூழ்நிலையில் பூக்கும் தாவரங்களே ஒங்குநிலையில் காணப்படுகின்றன. இன்றைய சூழ்நிலை உலகில் காணப்படும் எவ்வகைத் தாவரத் தொகுப்பாக இருந்தாலும் அவற்றில் பூக்கும் தாவரங்களே பெரும் எண்ணிக்கையில் இருப்பதைக் காணலாம். படிமலர்ச்சி வரலாறு பூக்கும் தாவரங்களே உயர்ந்தவை எனக் குறிப்பிடுகிறது. தொல்லியலார் கண்டுபிடிப்புப்படி, பூக்கும் தாவரங்கள் 180 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் மீசோசோயிக் காலத்தைச் சேர்ந்த டிரையாஸிக் தொகுப்புக் காலத்தில் தோன்றியிருக்க வேண்டும். 125 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் கிரேடேசியஸ் தொகுப்புக் காலத்தில் விதை மூடாத் தாவரங்களில் சரிவு ஏற்பட்டு, பூக்கும் தாவரங்கள் வளர்ச்சியும் ஏற்றமும் பெற்றன எனத் தொல்லியிற் படிமங்கள் வாயிலாகத் தெரிய வருகிறது.

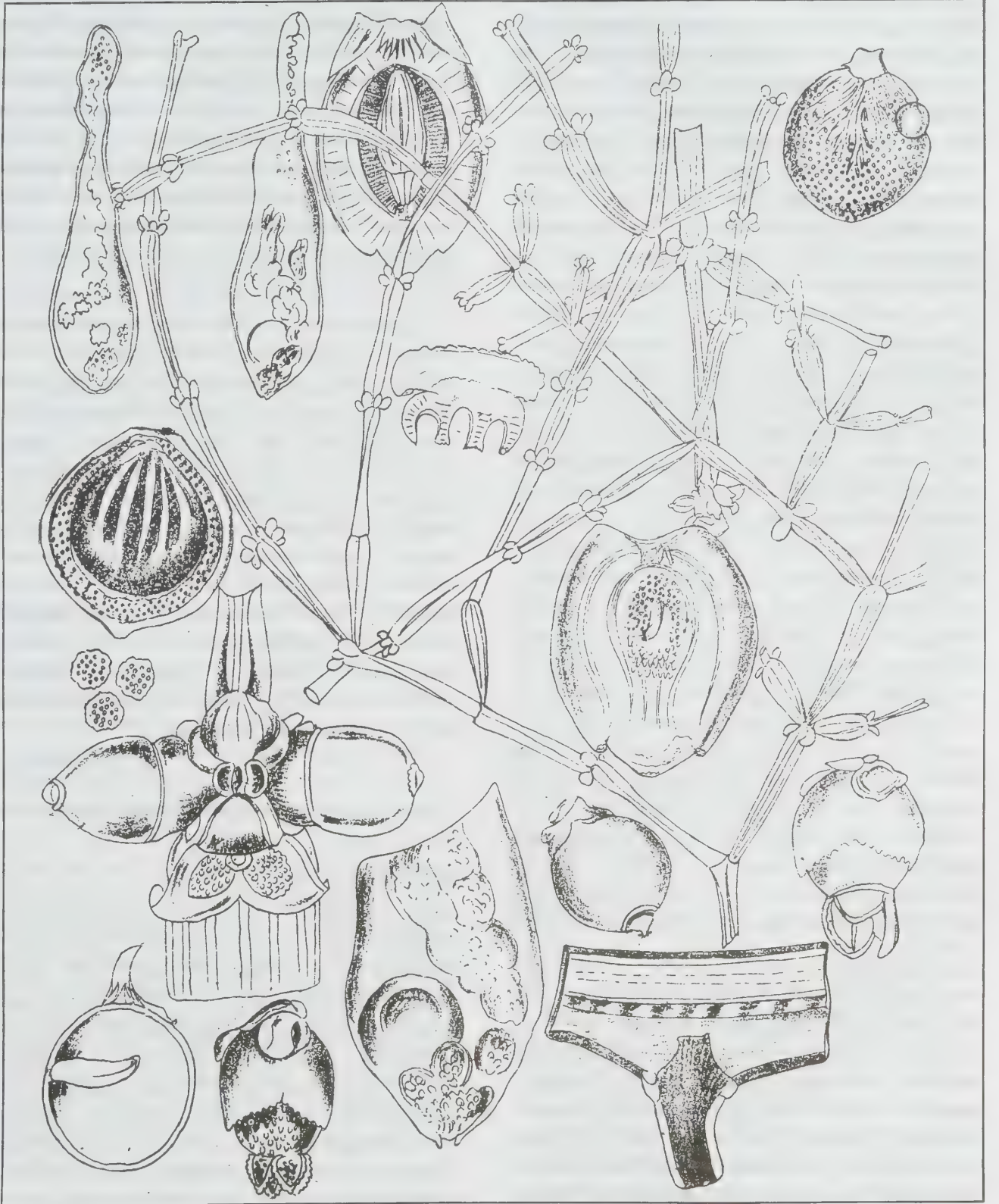
பூக்கும் தாவரங்கள் பலவிதச் சூழ்நிலைகளில் வளரக்கூடியவை. துருவப் பகுதியிலிருந்து வெப்ப மண்டலப் பகுதி வரை இவை பரவித் காணப்படுகின்றன. இவ்விதமான மாறுபட்ட தட்பவெப்ப நிலைகளில் வளர்வதற்கு ஏற்ற தகவமைப்புகளைக் கொண்டவை பூக்கும் தாவரங்ள் ஆகும். கடல் நீரிலும் பல பூக்கும் தாவர இனங்கள் உண்டு. பூக்கும் தாவரங்கள் அவற்றின் வாழ்நாள் அடிப்படையில் 4 பிரிவுகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ஒரு பருவச் செடிகள் (annuals), இரு பருவச் செடிகள் (biennials), பல பருவச் செடிகள் (perennials), பல்லாண்டுச் செடிகள் (multiennials) என்பன. ஒரு பருவச்செடிகள் ஒரு பருவத்தில் அல்லது ஓர் ஆண்டில் தம் வாழ்க்கையை முடித்துக் கொள்ளும். எ-டு: நெல், கோதுமை, கம்பு, சூரியகாந்தி, அவரை, முதலியன. இரு பருவச் செடிகள் இரு பருவங்கள் வாழ்க்கையை முடித்துக் கொள்ளும். முதல் பருவத்தில் தழைப்பகுதி வளர்ந்து உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கும். இரண்டாம் பருவத்தில் சேமித்து வைத்த உணவைக் கொண்டு. பூக்கள், கனிகளைத் தோற்றுவிக்கும். எ-டு: முள்ளங்கி, காரட், பீட்ரூட் முதலியன.

பல் பருவச் செடிகள் பல ஆண்டுகள் உயிரோடிருந்து ஒவ்வோர் ஆண்டும் பூத்துக் காய்க்கக் கூடியவை. ஆஸ்திரேலியாவைச் சேர்ந்த 150 மீ. உயரமான யூகலிப்டஸ் அமிக்டாலினா (eucalyptus amygdalina) உலகிலேயே உயரமான உயிரினமாகும். ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள அடன் சோனியா டிஜிட்டேடா (adansonia digitata) என்னும் பூக்கும் மரத்தின் வயது 5000 ஆண்டுகள் எனவும், இது ஒரு முதிய உயிரினம் எனவும் கருதப்படுகிறது. பல்லாண்டுச் செடிகள் பல ஆண்டுக்கு உயிரோடிருந்தாலும், தம் வாழ்நாளில் ஒரே ஒரு முறையே அதாவது இறப்பதற்கு முன் பூக்கவும், காய்க்கவும் செய்யும். எ-டு: மூங்கில், தாளிப்பனை, ரயில் கற்றாழை.

பூக்கும் தாவரங்களின் உடலமைப்பிலும், உருவத்திலும் வேறுபாட்டைக் காணலாம். உருவ அமைப்பைப் பொறுத்துப் பூக்கும் தாவரங்களைப் பூண்டு செடி, மரம், கொடி என்று பிரித்துள்ளனர். பூண்டு உருவத்தில் சிறியதாக இருந்தாலும் படிமலர்ச்சியில் மேம்பாட்டைந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. குறுகிய வாழ்நாளைப் பெற்ற இதன் உடலமைப்பு சிறியதாகையால் இதற்குத் தேவையான ஊட்டமும் குறைவாகும். ஆனால் இதன் உடலளவையும் விதை உற்பத்தி செய்யும் அளவையும் ஒப்பிடும்போது, இனப்பெருக்கத்திற்காக இது கூடுதல் தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருப்பதைக் காணலாம். மேலும் இது தழையுண்ணும் (herbivorous) பாலூட்டி, மற்றும் பறவைகளின் வாழ்க்கைச் சூழலில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. மேலும் மரங்களே ஒரு காட்டிற்கு உரிய தோற்றத்தைத் தருபவை.

பொதுவாகப் பூக்கும் தாவரங்களின் உடலமைப்பு நிலத்தில் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளது. கடலிலும், நன்னீரிலும் பூக்கும் தாவரங்களுமுண்டு. நிலத்தில் வாழும் செடிகளின் உடல் பகுதியை வேர் தொகுதி, தண்டுத் தொகுதி என்று பிரிக்கலாம். வேர் தொகுதி செடியைத் தளத்தில் நிலைநிறுத்தவும், நீரையும், உணவுப் பொருளையும் உள்ளேற்றுத் தண்டுப்பகுதிக்கு அனுப்பவும் செய்கிறது. தண்டுப் பகுதி, இலைகளை ஒளிச்சேர்க்கைக்கும், பூக்களை மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும், கனிகளை விதைப் பரவுதலுக்கும் தக்கவாறு வெளிக்கொணரும் செயல்களைச் செய்கிறது. வேர் மற்றும் தண்டுப் பகுதியில் காணப்படும் திசுக்களில் கடத்தல் திசு (vascular tissue system) உணவுப் பொருள்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும். இலைகளில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்களைக் கொண்ட திசுக்கள் ஒளிச்சேர்க்கையை நடத்துகின்றன.





பூக்கும் தாவரம் (புல்லுருவி செடியும் அதன் பகுதிகளும்)

பூக்கும் தாவரங்களின் பாலுறுப்பு மலராகும். மலர் என்பது ஆண் பாலுறுப்பான மகரந்தக் கேசரங்கள், பெண் பாலுறுப்பான சூலகம், இவற்றிற்குப் பாதுகாப்பான பூவிதழ்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டதாகும். பூக்கும் தாவரத்தின் உடற்பகுதி (sporophyte), இரு மைய உட்கரு கொண்ட (diploid) தாவரமாகும். மலர்களில் மகரந்தம் (pollen grains) தோன்றும்போது குன்றல் பகுப்பு (meiosis) நடைபெறும். மகரந்தத் தாய்ச் செல் இருமையமானது. அது குன்றல் பகுப்பிற்குப் பிறகு ஒரு மைய (haploid) மகரந்தத் தூளைத் தோற்றுவிக்கும். அதேபோல் சூலில் மெகாஸ்போர் தாய் செல் (megaspore mother) குன்றல் பகுப்பு மூலம் கருப்பையைக் (embryo sac) கொடுக்கும். இக்கருப்பையில் பெண் பாலினச் செல்லான முட்டை காணப்படும். பூக்கும் தாவரங்களில் ஆண் மற்றும் பெண் பால் செல்கள் ஒன்றோடொன்று இணைவதற்கு மகரந்தச் சேர்க்கை வழி செய்கிறது. மகரந்தப்பையிலுள்ள மகரந்தம், சூலக மூடியை அடைவதே மகரந்தச் சேர்க்கையாகும். சூலக மூடியை அடைந்த மகரந்தம் முளைத்து மகரந்தக் குழலைத் (pollen tube) தோற்றுவிக்கும். இது ஆண் பால் செல்களான விந்தணுக்களை (sperms) முட்டையை நோக்கி எடுத்துச் செல்லும். இவ்விதமாகக் கருத்தரித்தல் நடைபெறும். மகரந்தச் சேர்க்கை மற்றும் கருத்தரித்தல் காரணமாக மலரில் பல மாறுதல்கள் தோன்றும். பூவிதழ், மகரந்தத் தாள், சூலகத் தண்டு ஆகியன உதிர்ந்து விடும். சூலகம் கனியாகவும், சூல் விதையாகவும் மாறிவிடும். விதை கனியுள்ளே பாதுகாப்பாக வைத்திருக்கும் நிலைக்கு ஆளுதியோஸ்பெர்ம் என்று பெயர். கருத்தரித்தல் மூலம் உண்டான இரு கருமுட்டை (zygote), முளைசூழ்தசை (endosperm) என்னும் உணவுச் சேமிப்புத் திசுவால் சூழப்பட்டிருக்கும். இவ்வுணவைப் பயன்படுத்திக் கருமுட்டை வளரத் தொடங்கும். இதனால் தோன்றும் கருவில் (embryo), வேர்க்குருத்து (radicle), தண்டுகுருத்து (plumule), விதையிலைகள் (cotyledons) ஆகியன காணப்படும். இவ்விதை தாய் செடியிலிருந்து வெளியேற்றப்படும். தக்க சூழலில் முளைத்துப் புதுத் தாவரத்தைக் கொடுக்கும்.

பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரங்கள் பசுமையான வையாதலால் அவை தம் உணவை ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தயாரித்துக் கொள்ளும். இவை தன்னூட்ட உயிரிகள் (autophytes) ஆகும். சில செடிகள் பசுங்கணிகங்கள் அற்றவை. அவை மற்ற வழிகளில் உணவைப் பெறுவதால் அயலூட்ட உயிரிகள் (heterophytes) எனப்படும். இவற்றில் புல்லுருவி, விஸ்கம் (viscum), பலனோஃபோரா (balanophora), லொரான்தஸ் (loranthus), கஸ்குடா (cuscuta) போன்றவை பிற பசுந்தாவரங்களிலிருந்து

உணவைப் பெறுகின்றன. இவற்றை ஒட்டுண்ணிகள் (parasite) என்பர். ஆர்கிடேசி மொன்டியேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் சில பசுமையற்றவை. அவை மட்டுப் பொருள்களிலிருந்து தங்கள் தேவைகளைப் பெறுகின்றன. எ-டு: நியோஃஷியா (neottia), கோரல்லோரைஸா (corallorhiza). மேலும் சில தாவரங்கள் பசுமையாகக் காணப்பட்டாலும் அவை மற்ற மரங்களின் மீது வளரும் தன்மை பெற்றிருக்கும். இவை வளிமண்டலத்திலிருந்து தங்களின் நீர்த் தேவையை நிறைவேற்றிக் கொள்கின்றன. இவற்றைத் தொற்றுத் தாவரங்கள் (epiphytes) என்பர். எ-டு: வேண்டா (vanda), பல்போஃபில்லம் (bulbophyllum).

பூக்கும் தாவர வகுப்பில் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்த ஒரு பிரிவு உண்டு. இது ஊண் உண்ணி தாவரம் (carnivorous) எனப்படும். இது வளரும் தளத்தில், நைட்ரஜன் உப்புக்கள் இல்லாமையால், பூச்சிகளைப் பிடித்துக் கொண்டு தங்களின் புரத்த தேவையை ஈடு செய்துக்கொள்ளும். மேலும் பசுங்கணிகங்களைக் கொண்டுள்ளமையால் உணவுப் பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்ளும். எனவே இது தன்னூட்ட உயிரியாகவும், புரத்ததைப் பொறுத்தவரையில் அயலூட்ட உயிரியாகவும் விளங்கும். இவ்விரு வகை வழியைக் கொண்டுள்ளமையால் இதைக் கலப்புயிரி (mixophytes) என்பர். எ-டு: டிராசீரா (drosera), நெபந்தஸ் (nepenthes), யுட்ரிகுலோரியா (utricularia). இவ்வாறு பூக்கும் தாவரப் பிரிவில் 1 மி.மீ. அளவு உள்ள உல்ஃபியா (wolffia) முதல் 120 மீ. உயரம் வளரக்கூடிய பூகலிப்டஸ் போன்ற தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

தி. ஸ்ரீ கணேசன்

## பூச்சிக் கட்டுப்பாடு

அழிவு விளைவிக்கும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலில் அவற்றின் வாழ்க்கை முறைகளைக் கடினமாக்குதல், அழிக்க முயலுதல், உணவு உண்ணுகையில் குறுக்கீடுதல், இனப் பெருக்கத்திலும் பரவலிலும் தடை ஏற்படுத்தி இடையூறு செய்தல் ஆகியன அடங்கும். இதற்கு முதன்மையாகச் செய்ய வேண்டுவது இத்தகைய பூச்சிகளின் வாழ்வியல் முறைகளைத் தெரிந்து பூச்சிக்கே ஏற்ற சூழ்நிலைகளை அறிந்து ஒவ்வாத உயிற்றை மற்றும் உயிருள்ள சூழ்நிலைகளைத் தோற்றுவித்தலாகும். பூச்சிக் கட்டுப்பாட்டில் சிறந்த பயனைப் பெறுவதற்காக வாழ்க்கைச் சூழல், வளர்ச்சி, உணவுப் பழக்கவழக்கம், வகைப்பாட்டியலில் அதன் இருப்பிடம்



முதலியவற்றைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளுதல் வேண்டும். ஏனெனில் பூச்சிகளின் முதிர் உயிரிகளை அழிப்பதைவிட எதிர்க்கால வழித் தோன்றல்களை அழித்தல் எளிது. மேலும் அவற்றைப் பற்றிய அறிவு பெற்றிருந்தால் எந்தப் பூச்சிகளைப் பயன்படுத்தினால் விளைவு நன்மையுடையதாக இருக்கும் என்பதை அறிய இயலும். எனினில் அனைவரும் கையாளக் கூடிய, சிக்கனமான பக்க விளைவு (side effect), குறைந்த கட்டுப்பாட்டு முறைகளைப் பொறுத்து அவற்றின் பயன், மேம்பட்ட நிலை ஆகியவை உறுதி செய்யப்படும்.

பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த இயற்கைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளும் (natural control measures), செயற்கைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளும் (artificial control measures) கையாளப்படுகின்றன.

**இயற்கை கட்டுப்பாட்டு முறைகள்.** இயற்கையில் காணப்படக்கூடிய சூழ்நிலைக் காரணிகளின் ஏற்ற - ஏற்கவியலா நிலைகளை அறிதல் வேண்டும். இவ்வகையில் பயன்படக்கூடிய மூன்று முதன்மைக் காரணிகள் பருவக் காரணிகள், இடப்பரவு நிலைக் காரணிகள், இயற்கை எதிரிகள் என்பனவாகும்.

**பருவக் காரணிகள் (Climate factors).** இதில் மழை அளவு, குளிர், வெப்பம், காற்று, சூரிய ஒளி ஆகியன பங்கு பெறுகின்றன. பூச்சிகளின் வாழ்க்கை நிலையை வெப்பநிலை நேரிடையாகவோ மறைமுகமாகவோ கட்டுப்படுத்துகிறது. சில பூச்சிகள் உயர் வெப்பத்தில் வாழமுடியாமலும் சில பூச்சிகள் மிகு குளிர் காலங்களில் வாழ முடியாமலும் உள்ளன. ஆகவே உயர் வெப்பம் மற்றும் மிகக் குறைந்த வெப்பம் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தும். மித வெப்பம், ஈரப்பதம் கொண்ட சத்துள்ள மண் பூச்சிகளின் வாழ்விற்கு ஏற்றது. மிகு வெப்பம் மற்றும் குடுங்குளிர் தன்மை கொண்ட நிலை இவற்றின் வாழ்விற்கு ஏற்றதன்று. இந்நிலையில் மிகுதியான நோய்களுக்கு ஆட்பட்டுப் பூச்சிகள் இறக்கின்றன. சில பூச்சிகள் சூரிய ஒளி மிகுந்த நேரங்களில் மட்டுமே பறக்கும் தன்மையாய்வுள்ளது. ஆகவே சூரிய ஒளி பூச்சிகள் அதிகரிப்பதற்கு காரணமாகிறது. காற்றும் பூச்சிகளின் பரவுதலைக்குத் துணை புரிகிறது. சிறிய பூச்சிகள் சிறிது தொலைவு மெல்லிய காற்றில் பறக்கும். சில பூச்சிகள் காற்றோடும், சில காற்றை எதிர்த்தும் பறக்கும் இயல்பு பெற்றுள்ளன. ஆனால் பெருங்காற்றினால் பூச்சிகள் அடித்துச் செல்லப்பட்டு இறக்கின்றன.

**இடப்பரவு காரணிகள் (Topographical factors).** பூச்சிகள் பெரிய நீர் நிலைகளைக் கடக்க முடியாது

இறக்கின்றன. சில நேரங்களில் சிறிய நீரோடை, ஏரி ஆகியவற்றையும் கடக்க முடியாதவையாகின்றன. இந் நிலையில் பூச்சிகள் இவற்றைக் கடக்க மனிதனையோ, மற்ற விலங்குகளையோ அண்ட வேண்டியுள்ளது. மலைத் தொடர் சில பூச்சிகள் பரவுதலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மெதுவாக ஓடும் நீரோடைகளில் மட்டுமே வாழும் சில பூச்சிகள் சில நேரங்களில் நீர் வேகமாக ஓடுவதால் அழிக்கப்படுகின்றன. மண்ணின் தன்மைக்கேற்ப வாழும் தாவரங்களில் பூச்சிகள் வாழ்க்கைச் சூழலை மேற்கொள்வதால் மண்ணின் தரம், மறைமுகமாகப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. பொதுவாகக் களிமண்ணில் வாழும் தாவரங்களில் உள்ள பூச்சிகள் நன்கு வளர இயலாமல் இறக்கும்.

**இயற்கை எதிரிகள் (Natural enemies).** பூச்சிகளைக் கொன்று தின்னும் உயிரிகள், ஒட்டுண்ணிகள் என்னும் இருவகை இயற்கை எதிரிகள் உள்ளன. இவை முழுவதும் பூச்சிகளையே நம்பியுள்ளமையால் அவற்றின் இனத் தொகைக்குக் காரணமாகிறது. சரியாக ஓரிடத்தில் இவை இல்லையெனில் குறிப்பிட்ட பயிரினைப் பயிரிட்டு விளைச்சல் பெறுவது கடினம். தன் இனத்தையே உண்ணும் (cannibalism) முறை கூடச் சில சமயங்களில் பூச்சிக் கட்டுப்பாட்டிற்கு உதவுகிறது. சில பறவைகள் வாழ்நாள் முழுவதும் பூச்சிகளையே உண்கின்றன. ஒரு பறவை நாளொன்றுக்கு தன் எடையளவிற்குப் பூச்சிகளை உண்கிறது. அணில், முஞ்சுறு போன்ற பாலூட்டிகளும் தன் உணவாக காற்று மற்றும் மண்ணில் வாழும் பூச்சிகளை உண்கின்றன. பாம்பு, சலமாண்டர், நியூட்டு (newt), தேரை, தவளை, ஒணான் போன்றவையும் பூச்சிகளைப் பெருமளவில் உண்டு அவற்றின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

**பாரம்பரியக் கட்டுப்பாட்டு முறை (Cultural control).** இம்முறையில் கோடைக்கால உழவு, விதை நேர்த்திச் செய்தல், எதிர்ப்பாற்றல் கொண்ட விதை வகைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல், வயல் வரப்புப் பகுதிகளில் களை, புல் இல்லாமல் வைத்திருத்தல், சரியான நீர்ப் பராமரிப்புச் செய்தல், பயிர்ச் சுழற்சி, ஒரு சேர விதைத்தல், கவாத்துச் செய்தல், அறுவடைக்குப்பின் எஞ்சிய பயிர்களை அழித்தல், வயல் வரப்புகளில் பயிரிடப்படும் பயிரைத் தாக்கும் பூச்சிகளை ஈர்க்கும் தாவரங்களைப் பயிரிடல் ஆகியவற்றைச் செய்வதால் பூச்சிகள் வரும் முன்பு கட்டுப்படுத்தலாம்.

**செயற்கைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள்.** இயற்கையில் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை கட்டுப்படுத்தப்பட முடியாமல் போனால் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த மனித ஆற்றல்

பயன்படுகிறது. பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த, பூச்சிகள் வரும் முன்பும், வந்தபின்பும் பல முறைகளைக் கையாளலாம். பூச்சிகள் வரும்முன்பு கட்டுப்படுத்தும் நிலையில் தொன்று தொட்டுவரும் கட்டுப்பாட்டு முறை (cultural control) உதவும். வந்தபின்பு கட்டுப்படுத்தும் நிலையில் இயக்கக் கட்டுப்பாடு, இயற்பியல் கட்டுப்பாடு, வேதியியல் கோட்பாடு, உயிரியல் கட்டுப்பாடு, ஒருங்கிணைந்த கட்டுப்பாடு ஆகியன துணைபுரியும்.

**இயக்கக் கட்டுப்பாட்டு முறை (Mechanical control).** இம்முறையில் பூச்சிகளை எந்திரங்கள் மூலமோ மனித உடல் இயக்கத்தாலோ கட்டுப்படுத்த கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்ற பூச்சி இனங்களின் முட்டை, இளவுயிரி ஆகியவற்றைப் பொறுக்கி எடுத்து அழிப்பர். வலைகளைப் பயன்படுத்தித் தாய் அந்துப் பூச்சிகளைச் சேகரித்து அழிக்கலாம். வரப்புகளை ஒட்டிக் குழிகளை வெட்டி காலையில் சிவப்புக் கம்பளிப் பூச்சிகளை விழச் செய்து மற்றொரு வயலுக்குச் செல்வதைத் தடுக்கலாம். மேலும் அப்புழுக்களைக் குழிகளில் மூடி அழிக்கலாம். கம்பிக் கொக்கி கொண்டு தென்னை மரவண்டுகளைச் சேகரித்து அழித்திடலாம். மரங்களில் தகரப்பட்டைகளை அடித்தோ, ஒட்டுப்பசைப் பொருள்கள் தடவியோ மரத்தின் மேல் பூச்சிகள் ஏறுவதைத் தடுக்கலாம். விளக்குப் பொறி, இனக் கவர்ச்சிப் பொறி, மின்சாரத் தடை, விசிறி, புகை முதலியவற்றைக் கொண்டு பூச்சிகளை மயங்கச் செய்து அழித்திடலாம். ஆனால் இம்முறையில் சற்றுக் கூடுதல் செலவு ஏற்படும்.

**இயற்பியல் கட்டுப்பாட்டு முறை (Physical control).** வெப்பம், ஈரப்பதம், ஒளி, மின்சாரம், அணுக்கதிர் ஆற்றல்களைப் பயன்படுத்தியும் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். 125 - 130°F வெப்பத்தைத் தொடர்ந்து 3 மணி நேரம் சேமிப்புத் தானியங்களுக்கு அளிப்பதால் அவற்றிலுள்ள பூச்சிகள் அழிக்கப்படலாம். ஆனால் தானியங்களிலுள்ள ஈரப்பதம் குறைந்து கெட்டுவிடக்கூடும். சேமிப்புத் தானியங்களைக் குளிரப்பதனம் செய்வதன் மூலம் பூச்சிகளின் பாதிப்பைத் தவிர்க்கலாம். 40°-60°C வெப்ப நிலையும் 8% ஈரப்பதமும் பூச்சிகளுக்குப் பொதுவாகத் துன்பம் தருவதில்லை. ஒளியினால் பூச்சிகள் பெரிதும் ஈர்க்கப்படுவதால் கருவிகளைக் கொண்டு கவர்ந்து அழிக்கலாம். அணுக்கதிர்களில் காமாக் கதிர்களைப் பூச்சிகளின் மேல் செலுத்துவதால் மலட்டுத்தன்மை ஏற்படுத்தப்பட்டு அவற்றின் வழித் தோன்றல்கள் அழிக்கப்படுகின்றன.

**வேதிக் கட்டுப்பாட்டு முறை (Chemical control).** வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்திப் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை வேதிக் கட்டுப்பாட்டு முறையாகும். இம்முறையில் பூச்சிக் கொல்லி (insecticides), இனக்கவர்ச்சி மருந்து (sex attractants), எதிர்ப்பு மருந்து (repellants), உண்ணாதல் தடைசெய் மருந்துகள் (antifeedants), ஹார்மோன் (harmons), ஃபிரமோன் (pheromones) ஆகியவை பயன்படுகின்றன. பூச்சிகளால் தாக்குண்ட பயிர்களிலிருந்து உடனடி பயன் பெற இம்முறை துணைபுரிகிறது. இம்முறையில் பயன்படும் பூச்சிக்கொல்லியைத் தக்க முறையில் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். அவை விலை குறைந்ததாகவும் தரமான வையாகவும், பூச்சிகளை அழிக்கும் தன்மை உடையனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும். பூச்சிக்கொல்லிகள் அனைத்துக் காலங்களிலும் எச்சூழ்நிலைகளிலும் பயன்படக்கூடியவையாக இருத்தல் வேண்டும். இவை தொடு நச்சு மருந்தாகவோ, உணவு நச்சு மருந்தாகவோ அமைய வேண்டும். இம்மருந்துகளை நீரில் கலந்து தெளித்தோ, நேரிடையாகத் தூவியோ வளிமங்களுடன் கலந்தோ, உணவுப் பொருள்களுடன் சேர்த்தோ பயன்படுத்தலாம்.

தற்காலத்தில் மிக விரைவாகப் பயன்பெறுதல் வேண்டி, வேண்டாத பூச்சிகளை அழிக்க வேதி நச்சுப் பொருள்களைத் தேவைக்குமேல் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் விளைவாக பல உணவுச் சங்கிலித் தொடர் நிகழ்ச்சிகள் சூழ்நிலையில் தோன்றி நன்மை பயப்பதற்கு மாறாக தீமைகளை விளைவிக்கின்றன. பூச்சிகளை அழிக்கப் பயன்படும் நச்சுப்பொருள் நாளடைவில் பூச்சிகளின் திடீர் மாற்றத்தைத் (mutation) தோற்றுவித்துப் பூச்சிக் கொல்லிகளை எதிர்க்கும் ஆற்றல் உள்ள புதிய இனங்கள் தோன்றுகின்றன. இதனால் அதுவரை பயன்படுத்தப்பட்ட பூச்சிக்கொல்லி பிற்காலத்தில் பயனற்றதாகிவிடுகிறது. வரைமுறையற்ற மருந்துகளைப் பயன்படுத்துவதால் வேண்டாத பூச்சிகள் மட்டும் அழியாமல் இயற்கை எதிரிகளும் அழிகின்றன. இதனால் கட்டுப்பாடில்லாத சூழ்நிலை ஏற்பட்டு அழிவு விளைவிக்கும் பூச்சிகள் பெருகுகின்றன. தேவைக்கு மேல் வேதிப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் தேவைக்குப்போக எஞ்சியவை சூழ்நிலையை மாசு படுத்துகின்றன. எஞ்சிய பொருள்கள் உணவுச் சங்கிலி மூலம் மனித உடலை அடைந்து நோய் எதிர்ப்பாற்றலைக் குறைக்கின்றன. ஆகவே இம்முறை பல இடையூறுகளுக்கிடையே பயன்படுத்தப்படுகிறது.



**உயிரியல் வழிக்கட்டுப்பாட்டு முறை** (Biological control). இம்முறையில் தீமை தரும், அழிவு ஏற்படுத்தும் நோய் பரப்பும் வேண்டாத தாவர விலங்கு உயிரிகள் பிற உயிரிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே தேவையற்ற உயிரிகள் இருக்கும் இடத்தில் அவற்றின் இயற்கை எதிரிகளை இனம் கண்டுவிட வேண்டும். இவ்வுயிரிகள் ஒட்டுண்ணிகளாகவோ, கொன்று உண்பவையாகவோ நோய் உண்டாக்குபவையாகவோ இருக்கலாம். இத்தகைய இயற்கை எதிரிகளின் இனத்தொகை அதிகரிப்ப தற்கான சூழ்நிலையைத் தோற்றுவித்தல் இப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த உதவும். இவ்வாறு மனிதனின் முயற்சியால் இயற்கை எதிரிகள் ஆதரிக்கப்பட்டு இவற்றைக் கொண்டு தீங்குயிர்ப் பூச்சிகள் அழிக்கப்படுவது பல நூற்றாண்டுகளாகப் பின்பற்றப்படுகிறது. பூச்சியியல் வல்லுனர்கள் விரும்பத்தகாத, தேவையில்லாத, பூச்சிகளையோ, விலங்குகளையோ, தாவரங்களையோ அழிக்க அவற்றின் இயற்கை இயற்கை எதிரிகளை அந்தச் சூழ்நிலையில் புகுத்தியோ இருக்கக்கூடிய இயற்கை எதிரிகளை ஆதரித்தோ கட்டுப்படுத்துதல் முறையானது என்கின்றனர். பூச்சிகளைக் கொன்று தின்னும் முதுகெலும்பி, ஒட்டுண்ணி, உருளைப்புழு, காளான், பாக்கிரியா, வைரஸ் ஆகியவை பூச்சி கட்டுப்பாட்டில் இடம்பெறும் இயற்கை எதிரிகள் ஆகும்.

இயற்கை எதிரிகளின் உறவுமுறை, உணவுப் பழக்கவழக்கம் ஆகியவற்றை ஆராய்ந்து அதற்கேற்பப் பயன்படுத்த வேண்டும். இயற்கை எதிரியின் வாழ்வியல் முறை நன்கு தெரியவில்லையெனில் பயன் குறைவு. இம்முறையில் பயன் கிடைக்க நீண்ட நாள்களாகும். அனைத்துப் பூச்சிகளும் அழிக்கப்பட்டு விட்டால் இயற்கைச் சமன்பாடு பாதிக்கிறது. வேதிக் கட்டுப்பாட்டின் எதிர்காலத் தீமைகளைக் கருதித் தற்போது உயிரியல் வழிக் கட்டுப்பாடு மேற்கொள்ளப் படுகிறது. இம்முறையில் சூழ்நிலை மாசுபடுதல் தவிர்க்கப் படுவதுடன், தீமை தரும் வேதிப் பொருள்கள் தவிர்க்கப் படுகிறது. இயற்கைச் சமன்பாடு பராமரிக்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

**ஒருங்கிணைந்த கட்டுப்பாட்டு முறை** (Integrated control). வினைப் பொருள்களைத் தாக்கும் பூச்சி இனங்களை முற்றிலுமாக அழித்தல் இயலாது. எனவே பல்வேறு முறைகளையும் கையாண்டு பூச்சிகளை கட்டுக்குள் வைக்கும்முறை, ஒருங்கிணைந்த கட்டுப்பாட்டு முறையாகும். இம்முறையைக் கையாள்வதன்மூலம் நாட்டுக்கும், மக்களுக்கும் நன்மை உண்டாக்குவதோடு பூச்சிகொல்லிகளைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும்

பொருட்செல்வைப் பெருமளவில் குறைக்கவும் முடிகிறது. வேதிப் பொருள்களைப் பெருமளவில் பயன்படுத்துவதால் சுற்றுப்புறச் சூழல் பாதிக்கப்படுவது இம்முறையில் குறைக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் உழவியல் முறை, கைவினை முறை, இனக்கவாச்சி முறை, உயிரியல் முறை, வேதி முறை ஆகியன ஒருசேரப் பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஞா. பூந்தரன்

## பூச்சிகள்

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் மிகவும் தனித்தன்மை வாய்ந்த பூச்சிகள் 350 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்பாக டிவோனியன் காலத்தில் தோன்றியமைக்கான சான்றுகள் உள்ளன. இவை விலங்குத் தொகுதிகளில் மிகவும் பெரியவை யான கணுக்காலிகளின் (arthropoda) தொகுதியைச் சார்ந்தவை. பூச்சிகள், கணுக்காலிகளுக்குமுள்ள பொதுவான குணங்கள் அனைத்தையுமே பெற்றுள்ளன. பூச்சிகள் மனிதரின் அன்றாட வாழ்விலும், நலத்திலும், தொழிலிலும் ஈடுபட்டுத் தீமை விளைவிக்கின்றன. பூச்சிகள் மனித குலம் தோன்று முன்பே இவ்வுலகத்தில் தோன்றிவிட்ட மிகவும் பழமையான விலங்குகளாகும். பூச்சிகள் புதுமையான அமைப்பும், தகவமைப்பும் உடைய முதுகெலும்பற்றவற்றிலேயே பறக்கும் தன்மையுடைய ஒரே இனமாகும். இவற்றின் வெளியமைப்பு, உள்ளமைப்பு, செயலியல், வாழ்க்கை வரலாறு, வகைப்பாடு, நன்மை, தீமைகள் ஆகியவை அறியத்தக்கவை.

உலகில் ஏனைய விலங்குகளை விடப் பூச்சிகள் பல்கிப் பெருகி சிறப்புடன் வெற்றிகரமாக வாழ்கின்றன. கணக்கிடப்பட்டுள்ள 12 மில்லியன் வாழும் உயிரினங்களில் 9 மில்லியன் இனங்கள் பூச்சிகளாகும். இவற்றுள் 700,000 சிறப்பினங்கள் உள்ளன. வண்டுகள் (coleoptera) 220,000 சிறப்பினங்களைக் கொண்ட பெரிய வரிசையாகும். இதன் ஒரு குடும்பமான கர்க்பூலியானிடே மட்டும் 35,000 சிறப்பினங்களைக் கொண்டுள்ளது.

பூச்சிக்கு உணவு தேடவும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பவும், கலவி உயிரியைக் கண்டுபிடிக்கவும், நீண்ட தொலைவு பறந்து சென்று புதிய வாழிடங்களைக் கைப்பற்றவும் இதன் பறக்கும் தன்மை உதவுகின்றது. அனைத்துச் சூழ்நிலைகளிலும் பூச்சிகள் வாழ்கின்றன. கச்சா எண்ணெய், பெட்ரோல் போன்றவற்றிலும், அவற்றைக் கொல்லப் பயன்படுத்தப்படும் சையனைடு புட்டிக் குப்பிகளிலும் கூடப் பூச்சிகள் வாழ்வதைக் காணலாம்.

பூச்சிகளின் வெற்றி வாழ்க்கைக்கு அவற்றின் மிகச் சிறிய உருவமைப்பும் ஒரு காரணமாகும். பொதுவாக இவை 0.2 - 120 மி.மீ. இருக்கும். மிகச் சிறிய பூச்சி, அமீபாவைப் போன்றிருக்கும். மிகப் பெரிய பூச்சி சுண்டெலியின் அளவிலிருக்கும் பூச்சியினங்களில் எண்ணிக்கையில் பெரியனவாகவும் உருவத்தில் சிறியனவாகவும் காணப்படுவன வண்டுகளே ஆகும்.

அனைத்து விலங்குகளையும் விடப் பூச்சிகளே மிக விரைவாக இனப்பெருக்கம் செய்யும் சிறப்புத் தன்மையுடையன. மிகக் குறைந்த வாழ்நாளில் பெருமளவில் சிறிய முட்டை களையிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்வதே அச்சிறப்புக்குக் காரணமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் இணை வீட்டு ஈ ஒரு முறை கலவி புரிந்தால், 4ஆம் மாத முடிவில், 191,000,000,000,000,000,000 எண்ணிக்கையுடைய தன் இனங்களை உலகில் பரப்பிவிடும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பொதுவாகப் பூச்சிகளின் முட்டைகள் மிகப் பாதுகாப்பான முறையில் அமைந்துள்ளன. பல கரு வளர்ச்சி (polyembryony) மற்றும் கருவுறுதலற்ற இனப்பெருக்கம் (parthenogenesis) போன்ற முறைகள் பூச்சியினங்களின் இனப்பெருக்கம் பல்கிப் பெருக வழிகோலுகின்றன. மேலும் பூச்சிகள் பெற்றுள்ள பல தகவமைப்பில் கைட்டின் பொருளாலான புறச் சட்டக அமைப்பும் (exoskeleton) குறிப்பிடத்தக்கது. இது பூச்சிகளுக்கு பலவிதங்களில் உதவுகிறது. இப்புறச்சட்டகம் கடினமாகவும், உறுதியாகவும், வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையுடனும் காணப்படும். இது உடலின் உள்ளுறுப்புகளையும் பல தசைகளையும் இணைக்கிறது. இப்புறச்சட்டகம் உடலிலிருந்து ஆவி மூலம் வெளியேறும் நீரைத் தடுக்கிறது. ஏனெனில் மெழுகு போன்ற உறையைக் (cuticle) கொண்டிருப்பதால், நீரை வெளிச் செல்லவோ உள்ள அனுமதிக்கவோ செய்யாது. சுவாசக் குழல்கள் (tracheal tubes) காற்றை உள்ளிழுத்த பின்பு அவற்றை மூடிக் கொள்வதால், தேவையின்றி நீர் பூச்சிகளின் உடலிலிருந்து வெளியேறாது. எனவே எந்தவொரு வறண்ட சூழ்நிலையிலும் இது வாழும்.

பூச்சிகளின் பல்வேறுபட்ட உணவுப் பழக்கவழக்கங்கள் அவற்றின் வெற்றிக்கு ஒரு காரணமாகும். அவற்றின் பல இனங்கள் தாவரத்தை உணவாகக் கொள்ளும். இவை தாவரத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் உண்ணும். சில வகை ஒட்டுண்ணிகள் பிற இன விலங்குகளையும் உணவாகக் கொள்ளும். இவை மற்ற உயிரினங்களிலிருந்து நீர்மச் சத்தை உறிஞ்சிவிடும். மற்றச் சில வகைகள் இறந்த மரப்பொருள்களை உட்கொள்ளும். எஞ்சிய சில வகைகள் மற்ற உயிரினங்கள்

சேமித்து வைத்த பொருள்களை உண்ணும். பூச்சிகளின் வெற்றி வாழ்க்கைக்கு அவற்றின் வளர்சிதை மாற்றம் (metabolism), உணர்ச்சி உறுப்புகளின் சிறப்பு அமைப்பு, தோலுரித்தல் (ecdysis or moulting), உருமாற்றம் போன்ற செயல்களும் அடிப்படையாகின்றன.

பூச்சிகளின் வகைப்பாடு. பூச்சியினங்கள் மிகுதியாக உள்ளமையால் அவற்றை வகைப்படுத்துவது எளிதானதன்று. வகைப்பாட்டு முறைகள் பலவாறாக இருப்பினும் அவற்றைப் பற்றிய கருத்து வேறுபாடுகளும் உண்டு. ஆனால் இம்ஸ், ஹம்ஸ்டக், மெலாண்டர் போன்ற சிறந்த பூச்சியியலாரின் வகைப்பாடே அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. இவர்களின் கருத்துப்படி, பூச்சியினங்களை 29 வரிசை யாகவும், 2 துணை வகுப்பாகவும் பிரிக்கலாம். அவை இறக்கையற்றவை (aterygota), இறக்கையுடையவை (terygota) என்பன.

இறக்கையற்றவை. இவற்றிற்கு இறக்கைகள் கிடையா. இவ்வகுப்பைச் சார்ந்த பூச்சிகளின் இளவுயிரி (larva) உடலின் பொது அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. உருமாற்றம் நிகழாது அல்லது குறை உருமாற்றம் இருக்கும். முதிர்ச்சியுற்ற பூச்சிகளில் முன் இனப்பெருக்கத் துணை உறுப்புகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு இணைகள் இருக்கும். முதிர் பூச்சிகளின் வெட்டும் தாடை (mandible) பொதுவாகத் தலையுடன் ஒரே ஒரு முனையில் பொருத்தியிருக்கும். இத்துணை வகுப்பை, இணைப்புடைய உணர் நீட்சி (antennae), வாயுறுப்பு, இவற்றின் அமைப்பு, வயிற்றுக் கண்டங்களின் எண்ணிக்கை வைத்து நான்கு வரிசையாகப் பிரிக்கலாம். அவை கொலம்போலோ, புரோட்பூரா, தைசனியூரா, டைப்னூரா என்பனவாம்.

கொலம்போலா. மிகச் சிறிய இறக்கைகளற்ற இப்பூச்சிகளுக்கு ஆறு வயிற்றுக் கண்டங்கள் உண்டு. முதல் வயிற்றுக் கண்டத்தில் நீளம் தன்மையுடைய உணர்ச்சித் தடிப்பு அல்லது ஒருபுறம் மூடிய குழல் (blind tube) அமைந்திருக்கும். பெரும்பாலும் குதிக்கும் அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். உடல்மீது உதிரக்கூடிய மயிர் மூடியிருக்கும். எ-டு: ஆக்சல் சோனியா.

புரோட்பூரா (Protura). இவை மிகச் சிறிய வெண்மையான பூச்சிகள். இவற்றின் தலையின் உட்புறமாக வாயுறுப்புகள் உள்ளன. தலையில் இணைப்புடைய உணர் நீட்சிகளின்மையால் மார்பின் முன் கால்களைத் தலையின் முன்பாக மேல் நோக்கி வைத்துக் கொண்டு இவை நகரும். இவற்றிற்குக் கூட்டுக் கண்கள் கிடையாது. எ-டு: அசெரென்டோமென்.



**தைசனியூரா.** இப்பூச்சிகளுக்கு வாயுறுப்புகள் கடிப்பதற்கு ஏற்றவாறு உள்ளன. கூட்டுக் கண்கள் இருக்கும் அல்லது இரா. வயிற்றில் 10 - 11 கண்டங்கள் இருக்கும். எ-டு: லெப்பிஸ்மா.

**டைப்ளூரா.** தைசனியூராவை ஒத்த இவை அனைத்து இடங்களிலும் பரவியுள்ளன. இவை கற்களடியிலும், பட்ட மரங்களினுள்ளும், விழுந்த இலைகளினடியிலும், மண்ணுள்ளும் வாழும். எ-டு: கம்போடியா.

**இறக்கையுள்ளவை.** முதிர்ந்த பூச்சிகள் இறக்கைகளைக் கொண்டுள்ளன. முழு உருமாற்றம் இருக்கும் அல்லது இராது. இப்பூச்சிகளில் இறக்கை அமைந்திருக்கும் விதத்தை வைத்து இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை வெளி இறக்கையுடையவை (exopterygota), உள் இறக்கையுடையவை (endopterygota) என்பன.

**எஃஹெரிமிடா.** மிக மெல்லிய உடலைப் பெற்ற பூச்சிகள். இவற்றின் தலை உணர் நீட்சிகள் நுண்முள்கள் போன்று குட்டையானவை. வாயுறுப்புகள் சரிவர வளரவில்லை. இளவுயிரி நீரில் வாழும். இளவுயிரி முதிர்வதற்கு முன் இன முதிர்வு பருவநிலை அடையும். முதிர் நிலையில் சில மணி நேரங்களே உயிரோடிருக்கும். எ-டு: மே ஈ.

**ஒடனேட்டா.** கடிக்கும் வாயுறுப்புகளைக் கொண்ட இவை ஊன் உண்ணும். இவற்றின் கண்கள் பெரியவை. தலை உணர் நீட்சிகள் குட்டையாகவும், இழை வடிவாகவும் உள்ளன. இவை நிலத்தில் வசிப்பன. பெண் புணர்ச்சிக்கும், முட்டையிடுவதற்கும் நீருக்குச் செல்கிறது. திம்ஃப் என்பது நீர் வாழ்வது. இது குறை உருமாற்றம் உடையது. எ-டு: அக்ரியான், தட்டான்.

**பிளெக்காப்டிரா.** மென்மையான உடலுள்ள இப்பூச்சிகளின் வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் மெல்லிய வகையின. இறக்கைகள் சவ்வு போன்றவை. இளைப்பாறும்போது உடலின் மேற்புறம் வளைக்கப்பட்டிருக்கும். குறை உருமாற்றம் உடைய இவற்றிற்குச் சுவாசக் குழல் செவுள்கள் உண்டு. எ-டு: கல் ஈ.

**டிக்கையாப்டிரா.** இவற்றின் வாயுறுப்புகள் வெட்டும் அமைப்புடையவை. பெரும்பாலும் தலைகீழ் வாயுறுப்புகள் கொண்டவை (hyposnathous). உயர் வெப்பமான நிலத்தில் இவை மிகுந்து காணப்படும். தனி ஒலி செய்யும் உறுப்பும், கேட்கும் உறுப்பும் இரா. இதன் முட்டைகள் ஒட்டுக்குள் இடப்படும்.

**கிரிலோபிளாட்டோடியா.** வெப்பம் குறைந்த இடங்களில் இவை மிகுந்து காணப்படும். தாவர உணவுகளையும் இறந்த பூச்சிகளையும் உண்ணும். கூட்டுக்

கண்கள் காணப்படா; இருக்குமாயின் அவற்றில் 80 ஒமேட்ரிடியா இருக்கும். எ-டு: கிரிலோ பிளேட்டா கேம்போடியாவில்.

**ஆர்த்தாப்டிரா.** இவை நடுத்தரமான அல்லது பெரிய அளவுள்ள பூச்சிகளாகும். இவை சுவைக்கும் வாயுறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஈரிணை இறக்கைகள் காணப்படுகின்றன. முன் மார்புக் கண்டம் பெரியது. பின் இணைக்கால்கள் பொதுவாகப் பெரியனவாகவும், குதிப்பதற்கு ஏற்றவாறும் உள்ளன. இவற்றில் குறை உருமாற்றம் நிகழும். எ-டு: வெட்டுக்கிளி.

**ஃபேஸ்மிடா.** உடல் நீள உருளை வடிவாக இருக்கும். முன் மார்புக் கண்டம் குட்டையாகவும், நடு, கடை மார்புக் கண்டங்கள் நீளமாகவும் இருக்கும். இவை குச்சிகளையும், இலைகளையும் போன்ற காப்பு திறங்களைப் பெற்றுள்ளனம குறிப்பிடத்தக்கது. எ-டு: குச்சிப்பூச்சி, இலைப்பூச்சி.

**டெர்மாப்டிரா.** சுவைக்கும் வாயுறுப்புகள் உள்ள இவற்றின் மேல் நாக்கு தனியாக இருக்கும். இவற்றின் முன் இறக்கைகள் மிகச் சிறிய தோல் போன்று மாரியிருக்கும். இவற்றில் நரம்புகள் இரா. பின் இணை இறக்கைகள் அரை வட்டமாகவும், சவ்வுப் போன்றும் ஆர வட்டத்தில் நரம்புகளோடும் காணப்படும். எ-டு: காதுப் பூச்சி.

**எம்பயாப்டிரா.** இவை பொதுவாகப் புற்றுக்குள் இருக்கும். இவற்றின் வாயுறுப்புகள் சுவைக்கவும், கடிக்கும் ஏற்றவை. பெண் இறக்கையற்று இளவுயிரி போன்று இருக்கும். குறை உருமாற்றம் ஆணில் காணப்படும். பெண்ணில் உருமாற்றமே இல்லை. எ-டு: எம்பயா மேஜர்.

**ஐசாப்டிரா.** இவை சமூகமாக வாழும் பல உருவப் பூச்சிகள். இவற்றின் ஒரே பெரிய சமூகத்தில் ஆண், பெண், இறக்கையற்ற மலட்டுச் சிப்பாய்களும் பணியாளர் பூச்சிகளுமாக பல உருவப் பூச்சிகள் இருக்கும். கடிக்கும் வாயுறுப்புகளும், குறை உருமாற்றமும் காணப்படுகின்றன. எ-டு: கரையான்.

**சோராப்டிரா.** 9 கண்டமுடைய, மணிச்சர உணர் கொம்புகள் உண்டு. 3 கண்டமுடைய கீழுதட்டுப் பால்கள் (palps) உள்ளன. வெட்டும் தாடைகள் நாள்கோண அமைப்புடையவை. இவற்றில் ஈருவப் பூச்சிகள் (dimorphism) காணப்படுகின்றன. எ-டு: சோரடேபீஸ், கைனென்சிஸ்.

**சோக்காப்டிரா.** மிகச் சிறிய மென்மையான பருத்த உடலுடைய இவற்றின் இறக்கைகள் மெல்லிய சவ்வுப் போன்றிருக்கும். நீண்ட இழை போன்ற உணர் கொம்புகள் உண்டு. இப்பூச்சிகள் நடமாட்டமில்லாத வீட்டு மூலைகளில்

காணப்படும். புத்தக ஒட்டுப் பிசையைத் தின்பதால் இவற்றைப் புத்தகப் பேன்கள் அல்லது தூசிப் பேன்கள் என்பர்.

**மேலோஃபேகா (Mallophaga).** இவை பறவை, பாலூட்டிகளின் ஒட்டுண்ணிகளாகும். எளிய கண்கள் (ocelli) இவற்றிற்கு இல்லை. வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் (biting) தன்மையுள்ளவை. உருமாற்றம் இராது. எ-டு: பறவைப் பேன்.

**அனுப்புளரா அல்லது சைஃங்குலேட்டா.** இவை பாலூட்டிகளின் வெளி ஒட்டுண்ணிகளாகும். குருதியை உறிஞ்சும் தன்மையுடைய இவற்றிற்குக் கண்கள் கிடையா. உணர் கொம்பு 3 - 5 கண்டங்களில் காணப்படும். வாயுறுப்புகள் குத்துவதற்கும் உறிஞ்சுவதற்கும் (sucking) ஏற்றவாறு மாற்றமடைந்தவை. இப்பூச்சிகள் உருமாற்றம் அற்ற நேர் வளர்ச்சி உடையன. எ-டு: பேன்.

**ஹெமிப்டிரா.** இவற்றின் வாயுறுப்புகள் குத்தும், உறிஞ்சும் இயல்புடையவை. பால்புகள் அடியோடு சுருங்கியிருக்கும். வெட்டும் துருவு தாடைகளும் காணப்படும். குறை உருமாற்றம் உடையன. எ-டு: மூட்டைப்பூச்சி, அசுவுணி.

**தைசனாப்டிரா.** மிகச் சிறிய மெல்லிய உடலுடைய இப்பூச்சிகள் ஒழுங்கற்ற குத்தும் வாயுறுப்புகள் உடையவை. மல உணர்வுக் கொம்பு இல்லை. உருமாற்றத்தில் ஒன்று அல்லது செயலற்ற கூட்டுப்புழு வளர்நிலைகள் உண்டு. எ-டு: திரிபீஸ்.

**நியூராப்டிரா.** இவற்றின் வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் அல்லது உறிஞ்சும் இயல்புடையவை. நீளமான உணர் கொம்புகள் உடையவை. நீர் வாழ்வனவற்றில் பெரும்பாலும் செவுள்கள் இருக்கும். இவற்றுள் நிறை உருமாற்றம் காணப்படும். எ-டு: ஆல்டர் பூச்சி, எறும்புச் சிங்கம்.

**மெக்தாப்டிரா.** ஊன் உண்ணும் இவை சிறிய உடலும் நீண்ட இழை போன்ற உணர் கொம்பும் தலைக்கூர் நீட்சியும் (rostrum) உடையவை. வாயுறுப்புகளில் லிகுலா இராது. இளவுயிரிகள் எருசிஃபார்ம் (eruciform) அமைப்புடையவை. எ-டு: தேள் பூச்சி.

**டிப்டிரா.** இவற்றிற்கு இணைப்புச் சவ்வு போன்ற இறக்கைகள் காணப்படும். கால்களற்ற இவற்றின் பின்கால்கள் இறக்கைகள் தாங்கியாக இருக்கும். இவற்றின் வாயுறுப்புகள் உறிஞ்சுகின்றன. உருமாற்றம் முழுமையானது. சுவாசக் குழல்கள் பெரும்பாலும் இரு பக்கத் துளை வகையாக (amphinesic) இருக்கும். எ-டு: கைரோனாமஸ், கொக.

**டிரைகாப்டிரா (Trichoptera).** சிறிய அல்லது நடுத்தர அளவுடைய இப்பூச்சிகளின் உணர் கொம்புகள் நுண்முள்கள் உடையவை. வெட்டும் தாடைகள் சுருங்கியிருக்கும் அல்லது இரா. நீரில் வாழும் இளவுயிரிகள் எருசிஃபார்ம் வடிவொத்தவை. கூட்டுக்குள் வசிக்கும் இவை கொக்கி போன்ற வால் உறுப்பு உடையவை. கூட்டுப்புழு வெளி உறுப்பு (extrata) வகையாகும். எ-டு: கேடிஸ் பூச்சி.

**சைஃபோனேப்டிரா.** இவை வெப்பக் குருதி விலங்குகளின் ஒட்டுண்ணிகளாகும். இவற்றிற்குக் கண்கள் இரா. 2 ஓசெல்லைகள் இருக்கும். கால்கள் நீண்டுக் குதிப்பதற்கு வசதியாகக் காணப்படும். குத்தும், உறிஞ்சும் வாயுறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. நிறை உருமாற்றம் உண்டு. எ-டு: உண்ணி.

**ஹெமனாப்டிரா.** சமூக வாழ்க்கை ஐவாழும் இவற்றில் பல உருவ அமைப்புடைய ஆண், பெண், பணியாளர் இனங்கள் உண்டு. வாயுறுப்புகள் கடிக்கவும், நக்கவும், உறிஞ்சவும் மாற்றப்பட்டிருக்கும். இளவுயிரிகள் கால்களற்றவை. சுவாசத் தொகுப்பு முழுத்துளை (holopneustic), பக்கத் துளை (peripneustic) ஆகியவற்றை உடையது. பொதுவாகக் கூடு உடையவை. எ-டு: எறும்பு, தேனீ.

**கொலியாப்டிரா.** முன் இறக்கைகள் கொம்பு அல்லது தோல் போன்றிருக்கும். வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் தன்மையுடையவை. நிறை உருமாற்றம் உடையவை. இளவுயிரி கம்போடிஃபார்ம் அல்லது எருசிஃபார்ம் வகையைச் சாரும். கால்களுள்ள இவற்றிற்கு மிகச் சிறிய அளவிலிருந்து பெரிய அளவு வரையான உடலமைப்பு உண்டு. எ-டு: வண்டு.

**ஸ்ட்ரெப்சிப்டிரா.** சிறிய உள் ஒட்டுண்ணிகளான இவற்றுள் ஆண்கள் தனித்து வாழ்பவை. இவற்றின் வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் வகையவை. முன் இறக்கைகள் சிறிய வடிவ உறுப்பாகச் சுருங்கியிருக்கும். மேல் உருமாற்ற வளர்ச்சி (hyper metamorphosis) உடையன. இவ்வரிசையில் 5 - 20 வரையுள்ள பூச்சிகள் வெளி இறக்கையுடையன. 21 - 29 வரையுள்ள பூச்சிகள் உள் இறக்கையுடையவையாகும்.

**வெளித் தோற்றமும், உள்ளமைப்பும்.** பூச்சியின் உடல் தலை, மார்பு, வயிறு போன்று மூன்று பிரிவுகளாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு பிரிவும் பல கண்டங்களாகக் (segments) கொண்டுள்ளது. கண்டங்களுக்கு இடையிலுள்ள பள்ளங்கள் மார்பிலும், வயிற்றிலும் தெளிவாகத் தெரியும். பூச்சியின் உடலை உறுதியான புறச் சட்டகம் போர்த்தியிருக்கும். ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் மேலோடு (tergum), கீழோடு (sternum) ஆகியவற்றைக்

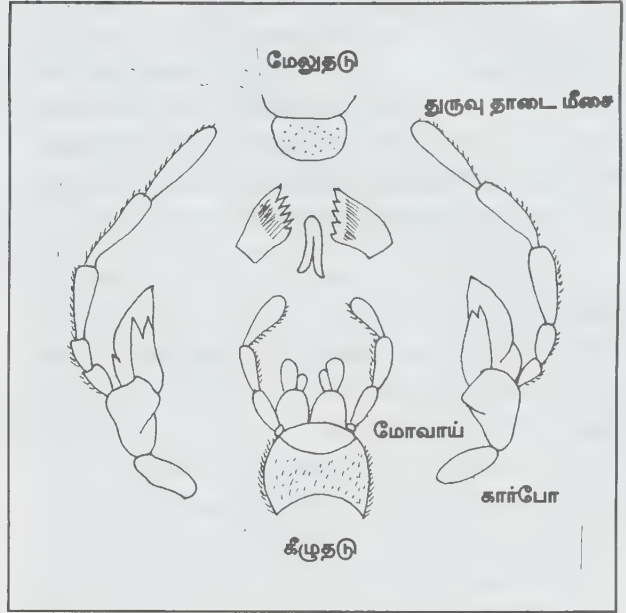


காணலாம். இவ்விரு ஓடுகளும் மெல்லிய பக்கச் சவ்வால் (pleural membrane) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கண்டங்கள் ஒன்றுக்கொன்று மெல்லிய சவ்வால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

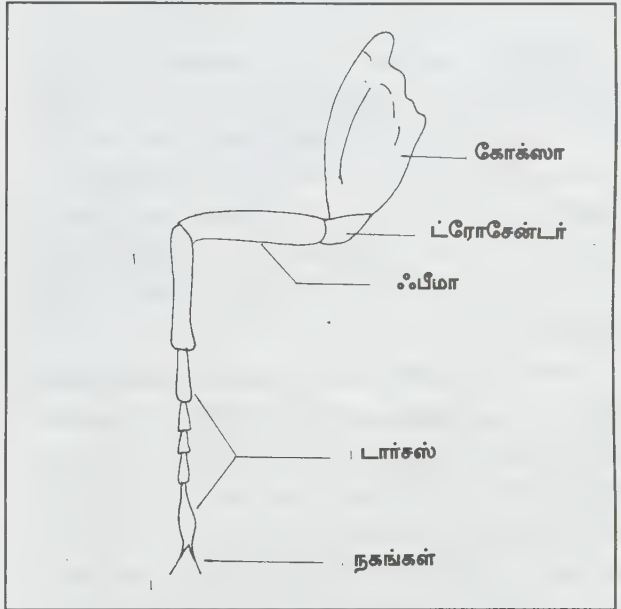
பூச்சியின் தலையில் முதன்மை உணர்ச்சியுறுப்பு உணர் கொம்பாகும். இது நாற்றம், சுவை, ஒலி முதலியவற்றை அறிவதற்குப் பயன்படுகிறது. கரப்பானின் கொம்பு நூல்போல் நீண்டிருக்கும். இவ்வமைப்பின் வேறுபாட்டை வைத்துச் சில பூச்சிகளில் ஆணையும், பெண்ணையும் பிரித்தறியலாம். ஆண் கொசுவின் கொம்பு, பெண் கொசுவின் கொம்பைவிட மயிர் அடர்ந்திருக்கும். கண்கள் பூச்சியின் இரண்டாம் உணர்ச்சி உறுப்பாகும். பூச்சிகளில் எளிய கண்கள், கூட்டுக் கண்கள், தனிக் கண்கள் போன்றவை காணப்படுகின்றன. பூச்சிகளின் வாயுறுப்புகள் பலவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பூச்சிகளின் வாயில் மேலுதடு (labrium), கீழுதடு, வெட்டும் தாடை (mandibles), அரைவைத் தாடை (maxillae) போன்றவை உள்ளன. மேலுதடு தலையோட்டின் ஓடு பகுதியாகும். இது திரைபோல் வாய் முன் வளர்ந்து தாடைகளை மறைக்கிறது. கீழ்த்தாடைகள் இரண்டும், மேல் தாடைகளைப் போல இரு பக்கங்களிலும் வளைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் கார்டோ (cardo) ஸ்டைப்பீஸ் துண்டுகளாலான அடிப்பகுதியாகிய ஒரு நெட்டும், நெட்டின் நுனியில் லஸினியா (lacinia), காலியா (galea), தாடை மீசை (maxillary palp) என்று மூன்று உறுப்புகளும் பெற்றுள்ளன. லஸினியாவிலே முட்கள் உண்டு. அது உணவுப் பொருள்களை முறிப்பதற்கு உதவுகிறது. தாடை மீசை 5 துண்டுகளாலானது. கீழுதடு வளர்ச்சி தொடங்கும் போது இரண்டு பிரிவுகளாகி பின்னர் வளர்ச்சிக் காலத்தில் ஒரே உறுப்பாகிவிடும். அடிமோவாய் (submentum), மோவாய் (mentum) என இரு சேர்க்கைத் துண்டுகள் கீழுதட்டில் உண்டு. இத்துண்டுகளின் முன் நாக்கு (glossa), பக்க நாக்கு (paraglossa) என்னும் இரு நேரடி உறுப்புகள் ஒவ்வொன்றும் மூன்று துண்டுகளாய் இரண்டு கீழுதட்டு மீசையாக (labial palps) வளர்ந்திருக்கும்.

உணவுப் பழக்கத்திற்கேற்ப, பூச்சிகளின் மேற்கூறிய உறுப்புகளில் மாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, கொசுக்களில் துளைப்பதற்கும், உறிஞ்சுவதற்கும், வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் உறிஞ்சுவதற்கும், ஈக்களில் சுவைக்கவும், நக்கவும், மூட்டைப் பூச்சிகளில் சுரண்டவும், உறிஞ்சுவதற்கும் (rasping and sucking) ஏற்பத் தகவமைப்புகளைக் காணலாம்.

பூச்சியின் கழுத்து தலைக்கும், மார்புக்கும் இடைப்பட்டது. மார்புப் பகுதி முன் மார்பு (prothorax), நடு மார்பு அ.க.15-56அ



படம் 1. கரப்பான் பூச்சியின் வாயுறுப்புகள்



படம் 2. கரப்பான் பூச்சியின் கால் அமைப்பு

(mesothorax), கடை மார்பு (metathorax) என்று 3 பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது. மார்புப் பகுதியில் அமைந்துள்ள 3 இணைக் கால்கள் நடப்பதற்கும், ஓடுவதற்கும் உதவுகின்றன. இதன் இயல்பான அமைப்பைக் கரப்பான் பூச்சியில் காணலாம்.

ஒவ்வொரு காலிலும் பொதுவாக அடிக் கண்டம் (COXA), இடைக் கண்டம் (trochanter), தொடைக் கண்டம் (femur), குதிகால் கண்டம் (tibia), பாதக் கண்டம் (tarsus) முதலிய 5 கால் கண்டங்கள் உள்ளன. இவை தவிர சில அடி இணைப்பு ஸ்க்ளிரைட்டுகளையும், முனை முன் பாதப் பகுதிகளையும் (protasus) உடையன. நடு மாப்பிலும் கடை மாப்பிலும் ஒவ்வொரு இணை இறக்கைகள் காணப்படுகின்றன. இறக்கைகளில் மிகச்சிறிய மயிரிழைகள் காணப்படும்.

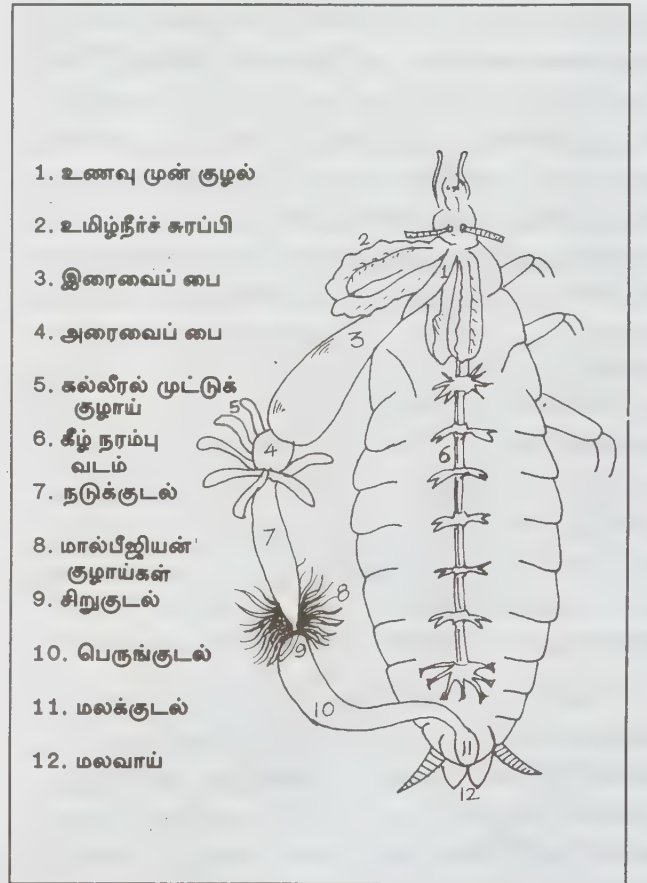
கரப்பானில் 10 வயிற்றுக் கண்டங்கள் காணப்படுகின்றன. இறுதிக் கண்டத்தில் மலக் கொம்பு (anal cerci) காணப்படும். வயிற்றுப் பகுதியை வைத்து ஆண், பெண் என்னும் கரப்பானை இனங்கண்டு கொள்ளலாம். பெண்ணின் வயிற்றுப் பகுதி ஆணைவிட அகன்றிருக்கும். ஆணின் 9ஆம் வயிற்றுக் கண்டத்தில் குதக் குச்சி (anal style) காணப்படுகிறது. இவை பெண்ணில் காணப்படா. ஆணில் இனப்புழை (genital opening), 9, 10ஆம் கீழ்த்தகட்டுக்கிடையில் காணப்படுகிறது. இவையனைத்தும் சேர்ந்து கோணப்போ ஃபைசிஸ் (gonopophysis) என்னும் அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. பெண்ணின் இனப்புழை 7, 8ஆம் கீழ்த்தகட்டுக்கிடையில் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவற்றிற்கு இனப்பெருக்கப்பை (genital pouch) என்று பெயர்.

பூச்சியின் மண்டலங்கள். பொதுவாகப் பூச்சியின் உடலில் செரித்தல், சுவாசித்தல், குருதியோட்டம், கழிவு நீக்கம், இனப்பெருக்கம் போன்ற பணிகளைச் செய்யத் தனித்தனியே பல உறுப்புகள் அடங்கிய தொகுதிகள் இருக்கின்றன. இவற்றிற்கு மண்டலங்கள் (systems) என்று பெயர். அவை செரிமான மண்டலம், சுவாச மண்டலம், குருதியோட்ட மண்டலம், கழிவு மண்டலம், நரம்பு மண்டலம், இனப்பெருக்க மண்டலம் என்பன.

### செரிமான மண்டலம் (Digestive system).

இம்மண்டலம் உட்கொண்ட உணவைச் செரிக்கவும், சத்துகளை உறிஞ்சவும் பயன்படுகிறது. இதில் வாயுறுப்புகள், உணவுக் குழல், உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி ஆகியவை அடங்கும். உணவுக் குழலின் முதன்மை உறுப்புகளாக முன் குடல் (foregut), மையக் குடல் (midgut), பின் குடல் (hindgut) ஆகியவை விளங்குகின்றன. முன் குடல் முன் வாய்க்குழி, ஃபேரினஸ் உணவு முன் குழல் (oesophagus), இரைவைப் பை (gizzard) ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. இரைவைப் பையில் உணவு நன்கு அரைக்கப்படுகிறது. முன் பின் குடல்கள் இணையு மிடத்தில் (உணவு முன்குழல் தடுப்பிதழ்) (cadriac (or) oesophageal valve) இருக்கிறது. இது மையக்

குடலிலிருந்து உணவு முன்னோக்கிச் செல்வதைத் தடுக்கிறது. மையக் குடல் குட்டையாகவும் நேராகவும் காணப்படுகிறது. இதை வயிறு என்பர். இங்கு உணவு செரிக்கவும், உறிஞ்சவும், மையக் குழலின் தொடக்கத்தில் 7 - 8 வரை குறுகிய விரல் போன்ற வெற்றுக் கல்லீரல் முட்டுக் குழாய்கள் உள்ளன. இவற்றைத் தொடர்ந்து பின் குழல் தொடங்குகிறது. இவற்றின் தொடக்கத்தில் 'பை லோரிக்' வால்வு இருக்கும். இப்பகுதியிலேயே 80 - 70 சிறிய நேரான மால்பீஜியன் நுண்குழல்கள் இணைந்திருக்கும். இவை கழிவுகளை வெளியேற்ற உதவுகின்றன. பின் குழலை 3 பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை குறுகிய நேரான சிறுகுடல் (ileum), அகன்ற நீளமான பெருங்குடல் (colon), விரிந்த குட்டையான மலக்குடல் (rectum) என்பன. மலக்குடல் மலத்துளையில் திறக்கிறது. மலக்குடலில் உட்புறம் நீட்டிய 6 உணர்ச்சித் தடிப்புகள் (rectal papillae) இருக்கும். மலத்திலிருந்து இவ்விடங்களில் நீர், அயனி, கரிமமற்ற கூட்டுப்பொருள் ஆகியவை உறிஞ்சப்படுகிறது.



படம் 3. கரப்பான் பூச்சியின் உள் தோற்றம்



செரிமான மண்டலத்தின் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பியும் குறிப்பிடத்தக்கது. இது இரைப்பையின் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக 2 உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் அமைத்திருக்கின்றன. இவற்றிற்கிடையே உமிழ்நீர்ச் சேமிப்புப் பை காணப்படுகிறது.

**சுவாச மண்டலம் (Respiratory system).** பெரும்பாலான பூச்சிகள் உள் சுவாசக் குழல்கள் அல்லது காற்றுக் குழல்களான தொகுப்பைச் (tracheal system) சுவாசக் தொகுப்பாக உடையன. இக்குழல்கள் உடலின் அனைத்து உறுப்புகளுக்கு இடையிலும், வெளி உறுப்புகளுள்ளும் கிளைத்திருக்கும். இவற்றின் நுண் கிளைகளுக்குச் சுவாச நுண் கிளைகள் (tracheoles) என்று பெயர். காற்றுச் சுவாசத் தொகுப்புகள் காற்று வெளியிலிருந்து சுவாசத் துளைகள் (stigmata (or) spiracles) மூலமாக நுழையும். இச்சுவாசத் துளைகள் உடலின் பக்கவாட்டில் உள்ள கண்ட அமைப்பிற்கு இணையாக மார்பிலும், வயிற்றிலும் மட்டும் இருக்கும். கரப்பானில் மொத்தம் 8 சுவாசத் துளைகள் உள்ளன. சில பூச்சிகளில் சுவாசத் துளைகள் அடைப்பட்டு அல்லது இல்லாமலிருக்கும். இவற்றில் தோல் மூலம் சுவாசம் நடைபெறும். பல நீர் வாழ் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகளில் தனி நீர்ச் சுவாச உறுப்புகளான செவுள்கள் (gills or branchiae) இருக்கும். இவை இருந்தால் பொதுவாகச் சுவாசத் துளைகள் திறந்திரா.

சுவாசத்தின்போது வயிற்றுப் பகுதி மாறி மாறிச் சுருங்கி விரியும். அப்போது வெளிக்காற்று உள் சுவாசக் குழல்கள் மூலம் திசுக்களுக்குச் செல்கிறது. உட்சென்ற காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் சுவாச நுண்ணறைகளிலுள்ள நீர்மத்துடனும், திசுக்களில் ஊடுருவியும் கரைகிறது. அப்போது அங்கு உண்டான கார்பன் டைஆக்சைடை மீண்டும் பெற்றுக் கொள்கிறது. பின்பு சுவாசக் குழல்கள் மூலமாக வெளியேற்றப்படும்.

**குருதி ஓட்ட மண்டலம் (Circulatory system).** பெரும்பாலும் பூச்சிகளில் குருதிச் சுழற்சித் தொகுதி திறந்த வகையைச் (open type) சார்ந்தது. இதில் ஒரே ஒரு மூடிய உறுப்பு மேற்புறமுள்ள குழல் (dorsal vessel) மட்டுமே குருதிச் சுழற்சியின் பெரும்பகுதி உடற்குழியுள்ளும், வெளி உறுப்புகளுள்ளும் நிகழ்கிறது. மேல் குழல்களிலிருந்து முன் நீட்சியாகச் சிலவற்றில் கிளைத்துள்ள முன் பெருந்தமனி (anterior aorta) மட்டுமே இவற்றின் ஒரே குருதிச் குழலாகும். டிக்கடையாப்பிராவில் மட்டும் கண்ட அமைப்புடைய குருதிச் குழல்கள் இருக்கும். பூச்சிகளில் பொதுவாகத் தமனிகளும், சிரைகளும் கிடையா. வெளியுறுப்புகளிலும், இறக்கையின் நரம்புகளிலும் குருதி

உட்செல், வெளிச்செல், கால்வாய்களில் ஓடும். இக்கால்வாய்கள் குருதிச் குழல்களை உறுப்பொத்தவை.

கரப்பான் பூச்சியின் குருதி ஓட்ட மண்டலத்தில் இதயம், பெருந்தமனி (aorta), குருதி உடற்குழி (haemocoel) எனும் மூன்று முதன்மைப் பகுதிகள் அடங்கியுள்ளன. இதயம் நீளமாகவும், சுருங்கக் கூடியதாகவும், குறுகிய குழாயாகவும் காணப்படும். இதயத்தின் வெளிச் சுவர் ஏலரித் தசைகளால் (alary muscles) ஆனது. இந்த தசைகள் சுருங்குவதால் இதய உறை இடைவெளி விரிவடைந்து, இதயச் சூழ் பெருவெளியிலிருந்து குருதி இதயவுறை இடைவெளியில் நுழைகிறது. ஏலரித் தசைகள் சுருங்கும்போது குருதி இதயத்துளை மூலமாக இதயத்திற்கும் செல்கிறது. இதயத்திற்கும், பெருந்தமனிக்கும் பின் பகுதியிலிருந்து முன் பகுதிக்கு அலை போன்ற அசைவின் மூலம் குருதி அனுப்பப்படுகிறது. பின்பு தலை குறுகி உடற்குழிக்கும், மார்புப் பகுதிக்கும், வயிற்றுப் பகுதிக்கும் சென்று இறுதியில் இதய உறையினுள் நுழைகிறது.

**கழிவு மண்டலம் (Excretory system).** பூச்சிகளின் அடிப்படைக் கழிவு உறுப்புகளான மால்பீஜியன் குழல்கள் அனைத்துப் பூச்சிகளிலும் காணப்படும். கரப்பானில் மெல்லியவாகவும், மஞ்சள் நிறத்தில் தட்டையாகவும், கிளைகள் இல்லாமல் காணப்படும். இவை பின் குடல் பகுதியில் திறக்கின்றன. இக்குழல்கள் 60 - 80 எண்ணிக்கை வரை 6 - 8 கொத்துகளாகக் காணப்படுகின்றன. மால்பீஜியன் குழலிலுள்ள சுரப்பிச் செல்கள் குருதியிலுள்ள நைட்ரஜன் போன்ற கழிவுப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்து யூரேட்டுகளாகவும், யூரிக் அமிலமாகவும் மாற்றிய பின்பு, இவை சத்துகள் அனைத்தும் உறிஞ்சப்பட்ட எஞ்சிய உணவுடன் வெளியேற்றப்படும்.

**நரம்பு மண்டலம் (Nervous system).** பூச்சிகளின் நரம்பு மண்டலத்தை மூன்று துணைத் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை மைய நரம்பு மண்டலம், உள்ளுறுப்பு நரம்பு மண்டலம் பக்க அல்லது பரப்பு நரம்பு மண்டலம் என்பன. மைய நரம்பு மண்டலத்தை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை மூளை அல்லது பெரு மூளை நரம்பணுத்திரள் (cerebral ganglion), முன் உணவுக்குழல் கீழ் நரம்பணுத் திரள் (sub-oesophageal ganglion), கீழ் நரம்பு வடம் (ventral nerve cord) என்பன. கரப்பான் பூச்சியில் பெரு மூளை நரம்பணுத்திரள் பெரிதாகவும், இரு பிரிவாகவும் உணவு முன் குழலுக்கு முன் தலையில் அமைந்துள்ளது. 3 நரம்பணுத் திரள்களின் தொகுப்பான இது

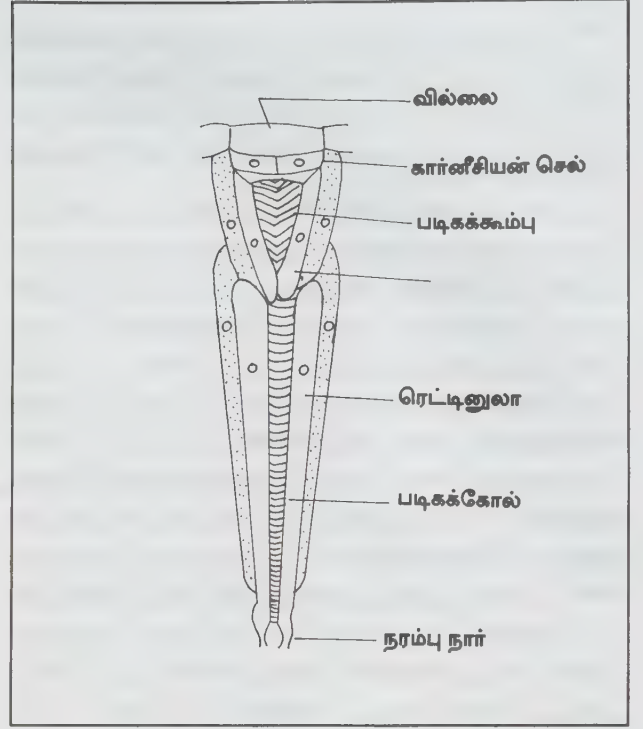
முன் உணவுக்குழல் நரம்புகளை உருவாக்குகிறது. முன் உணவுக் குழலைச் சுற்றிலும் காணப்படும். இதிலிருந்து கீழ் நரம்பு வடம் மார்பு, வயிற்றுப் பகுதி வரை செல்கிறது. கீழ்ப்பக்க நரம்பு வடம் 9 இணை நரம்பணுத்திரள்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றில் பெரிய 3 இணைகள் மார்புக் கண்டங்களிலும் எஞ்சியவை வயிற்றுக் கண்டங்களிலும் காணப்படும்.

உள்ளுறுப்பு நரம்பு மண்டலத்திற்கு பரிவு நரம்பு மண்டலம் என்றும் பெயருண்டு. இதில் முன் உணவுக்குழல் பிரிவு நரம்புப் பகுதி (oesophageal sympathetic), வால் பிரிவு நரம்புப் பகுதி (caudal sympathetic), கீழ்ப்பிரிவு நரம்புப் பகுதி (ventral sympathetic) என மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. இவற்றின் முதல் பகுதி மட்டுமே மூளையுடன் நேரடித் தொடர்பு உடையது. ஏனைய இரு பகுதிகள் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளடன் தொடர்புடையன. பரப்பு நரம்பு மண்டலம் கூட்டுக் கண், உணர்கொம்பு கீழ்த்தாடை, மேல் தாடை மற்றும் உடலின் பல பகுதிகளுடன் தொடர்புடையது.

**உணர்ச்சி உறுப்பு (Sense organ).** உணர்ச்சி உறுப்புகள் அனைத்திலும் மிகச் சிறப்பாக அமைந்துள்ளவை ஒரு ஒரிணைக் கூட்டுக் கண்களாகும். இவை கருப்பு நிறத்தில் அவரை விதை வடிவில் பூச்சிகளின் தலையில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்துள்ளன. இவற்றுள் மிகுதியான தனித்தனிப் பார்வை அலகுகள் (ommatidia) உள்ளன. ஒரு தனி அலகின் வெளிப்புறத்திலிருந்து உட்பக்கமாக ஓர் ஒளி ஊடுருவும் தன்மை வாய்ந்த உறையாலான இரு கோள விளிப்படல வில்லை அமைந்திருக்கும்.

ஒரிணைக் கார்நேஜன் செல்கள் வில்லை உருவாகத் தேவையானவற்றைச் சுரக்கின்றன. ஒளியை விலகச் செய்யும் தன்மை கொண்ட நான்கு கூம்பு வடிவச் செல்களும் அமைந்துள்ளன. பின்னர், ஒளியை உணரும் தன்மை கொண்ட 8 செல்களமைந்த அமைப்பு உள்ளது. இதுவே ஒளி ஊடுருவும் மைய அமைப்பை உருவாக்குகிறது. ரெட்டினா செல்களின் இறுதிப்பகுதி நரம்பிழைகளாக மாறிப் பார்வை மையத்திற்குச் சென்று பின் பார்வை நரம்புகளாக மூளைக்குச் செல்லும்.

கூட்டுக் கண்கள் முதுகெலும்பிகளிலுள்ள கண்களின் திலையிலிருந்து பின் தங்கியே உள்ளன. பார்க்கப்படுகின்ற உருவத்தின் பிம்பம் பல்வேறு புள்ளிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டும், பிரிக்கப்பட்ட பிம்பமாக உணரப்படுகிறது. இக்கண்கள் பொருள்களின் அசைவுகளையும் உணர்கின்றன. இவற்றைத் தவிர, பூச்சிகளில் உணர்வு உறுப்புகளும் உள்ளன. பூச்சிகள் மிகத் துல்லியமாக நுகர் ஆற்றலை அறிய உணரிகள்



படம் 4. கரப்பான் பூச்சியின் கூட்டுக்கண்

(antennae) பெற்றுள்ளன. வாயுறுப்பான மேல் தாடை லேபியல் பால்புகள் சுவையை உணர்கின்றன. உடலின் வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள உணர் செல்களின் கூட்டமைப்புகளால் தொடு உணர்ச்சி அறியப்படுகிறது. இவை தவிர பூச்சிகள் தனிக் கண்கள், எளிய கண்கள் ஆகியவற்றையும் பெற்றுள்ளன.

**இனப்பெருக்க மண்டலம்.**

பூச்சிகளின் இனப்பெருக்க மண்டலத்தை ஆண், பெண் இனப்பெருக்க மண்டலம் என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

**ஆண் இனப்பெருக்க மண்டலம்.**

உடலின் 5 அல்லது 6ஆம் கண்டத்திற்குக் கீழாகக் கொழுப்பு நிறைந்த பகுதிகளில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக ஒரு ஒரிணை விந்தகங்கள் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் ஒவ்வொன்றிலும், ஏறத்தாழ 30-40 சிறிய நிறமற்ற ஃபாலிக்கிள் முடிச்சுகள் பக்கவாட்டில் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் சுரப்புகளை விந்துக்குழலுள் (vasdiferens) செலுத்துகின்றன. இரு விந்துக் குழல்களும் பளபளப்பான விந்துப் பையுடன் (seminal vesicle) இணைந்து காணப்படுகின்றன. இவை நீண்டு சென்று காளான் போன்ற அமைப்புடைய ஒரு சுரப்பியில்



முடிவடைகின்றன. இதிலிருந்து விந்தை வெளித்தள்ளும் பொதுவான குழல் ஒன்று (ejaculatory duct) அமைந்துள்ளது. இந்தக் குழல், பூச்சியின் உடலின் குதத்திற்கு கீழ் 9, 10ஆம் உடற்கண்டங்களுக்கிடையில் ஆண் கலவி உறுப்பாக அமைந்துள்ளது. இதைச் சுற்றிலும் கடினமான முள்களும் கொக்கிகளும் அமைந்துள்ளன. இலை வடிவமுடைய சுரப்பி (conglobate gland) விந்தை வெளிப்படுத்தும் குழலுக்கு அருகே அமைந்துள்ளது. இது ஆண் கலவியுறுப்பில் முடிவுறுகிறது.

பெண் இனப்பெருக்க மண்டலம். ஓரிணைச் சூலகங்கள் பூச்சியின் வயிற்றுப் பகுதியில் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு சூலகத்திலும் 8 சூல் சிறு குழல்கள் (ovarian tubules or ovarioles) அமைந்துள்ளன. இவற்றில் பல்வேறு நிலையில் வளர்ச்சியடைந்த முட்டைகள் அமைந்துள்ளன. சூல் சிறு குழல்களின் அடிப்பகுதியில் உள்ள பருமனான பகுதியில் முழு வளர்ச்சியடைந்த முட்டைகள் காணப்படுகின்றன. சூல் சிறு குழல்களின் நுனிப் பகுதிகள் கொழுப்புப் படிவத்துள் சென்று கலந்து வருகின்றன. அடிப்பகுதிகள் யாவும் ஒருங்கிணைந்து சிறிய பருமனான சூல் குழலாக (oviduct) உருப்பெறும். இதிலேயே சிறிய கருப்பையும் (uterus), யோனியும் (vagina) அமைந்துள்ளன. யோனி ஒரு பெரிய கலவி உறுப்பாக வெடிப்பற்ற கீற்று வடிவமைப்புடைய அல்குலுடன் (valva) காணப்படுகிறது. இது உடலின் 8ஆம் கண்டத்தில் காணப்படுகிறது. இதனடியில் விந்து சேகரிக்கும் பை (spermatheca) ஓர் இழை போல அமைந்துள்ளது. இதனருகில் தனித் தனியாகக் கிளைகள் விட்டுப் படர்ந்து செல்லும் சுரப்பிகள் (collateral glands) முட்டை உறைகளை உருவாக்கும் சுரப்பினைச் சுரக்கின்றன. கடினமான வரிசையாக அடுக்கப்பட்ட 8 கட்டங்கள் கொண்ட உறுப்பு (gonophysis) கலவிப் புழையில் அமைந்துள்ளது. இது கலவி வேளையிலும், முட்டை இடும் வேளையிலும் உதவுகிறது.

பூச்சிகளின் சமூக வாழ்க்கை. பல பூச்சி இனங்கள் தனி வாழ்க்கை வாழக் கூடியவை. இவை இனப்பெருக்கத்திற்கு காகவும் குளிர்கால உறக்கத்திற்காகவும் மட்டுமே ஒன்று கூடுகின்றன. இப்பூச்சிகளுக்கு மாறாகச் சில சமூகப் பூச்சிகளுள்ளன. அவை பல ஒழுங்குகளும் சட்ட திட்டங்களும் அமையப் பெற்ற ஒரு சமூகத்தைப் போல் நிலையாகக் கூடி வாழும் இயல்புடையன. அவற்றிற்குரிய பல பணிகளைச் செய்வதற்கென்று அவற்றினிடையே பல பிரிவுகளுண்டு. குஞ்சுகளைப் பராமரித்தல், கூட்டைப் பாதுகாத்தல், இனப்பெருக்கம் செய்தல் போன்றவற்றைச் செய்வதற்கென்று பல தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

இவ்வாறு ஒரே கூட்டத்திலுள்ள ஒரே இனப் பூச்சிகள் தமது இனப் பூச்சிகள் பல்வேறு பணிகளைச் செய்யப் பல பிரிவுகளாகி இணைந்து ஒற்றுமையாகச் செயல்படுகின்றன. இதன் காரணமாக இச்சமூகப் பூச்சிகள் மேம்பட்ட உயிரிகள் (super organisms) என்று கருதப்படுகின்றன. சமூக வாழ்க்கையில் எறும்பு, கரையான், குளவி, தேனீ ஆகிய பூச்சியினங்கள் ஈடுபடுகின்றன.

சமூக, இனப்பிரிவு ஏனைய சமூகப் பூச்சிகளைவிடக் கரையான்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இதன் சமூகக் கூட்டத்தில் முதிர்ந்த பெண் பூச்சி மூலம் உற்பத்தியான முதிர்ந்த ஆண் பூச்சி, மலட்டுத் தன்மையுள்ள பெண் பூச்சி ஆகிய முப்பிரிவுகளுண்டு. இவற்றில் மலட்டுப் பெண் பூச்சி பணியாளராகவோ, பாதுகாவலராகவோ பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

குளவியின் சமூகக் கூட்டத்தில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட அரசி பூச்சிகளும், மலட்டுத் தன்மையுள்ள ஆனால் இறக்கைகளுள்ள பெண் பூச்சிகளும் காணப்படும். இப்பூச்சிகள் கலவா இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் ஆண் பூச்சிகளை உற்பத்தி செய்யும் திறனுடையவை. இவற்றின் கூடுகள் பல அறைகளைப் பெற்றிருக்கும்.

தேனீக்களின் சமூக வாழ்க்கை பாம்பிசிடே (கொடுக்கில்லாத தேனீக்கள், தேனீக்கள்) ஆகிய இரு குடும்பங்களில் காணப்படுகிறது. இவற்றின் சமூகக் கூட்டத்தில் மலட்டுத் தன்மையுள்ள, இறக்கையுள்ள பெண் தேனீக்கள் மிகுந்திருக்கும். ஆனால் ஒரே ஒரு கருவுறும் தன்மையுள்ள பெண் தேனீயே இருக்கும்.

தேனீக்களின் கூடுகள் மெழுகால் செய்யப்படுபவை. தேனீக்களின் கூட்டத்திற்கு மகரந்தமும், பூந்தேனும் உணவாகப் பணியாளர்த் தேனீக்களால் சேகரிக்கப்படுகின்றன. பூச்சிகளில் தேனீக்கள் மிகவும் பயனுள்ளவை. அவை சுவை மிக்க தேனையும், மெழுகையும் தருகின்றன.

சமூக வாழ்க்கை, எறும்புகளிலும் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது. இதுகாறும் தனித்து வாழ்க்கையுடைய எறும்புகள் எவையும் கண்டறியப்படவில்லை. இவற்றின் கூட்டங்கள் தாய்க் கூட்டத்திலிருந்து பிரிந்து வந்ததாகவோ கருவுற்ற பெண் எறும்பு புதிதாக அமைந்ததாகவோ இருக்கும். எறும்பின் கூட்டத்தில் பல் உருவத் தன்மை (polymorphism) மிகுந்து காணப்படுகிறது. இவை தங்கள் கூடுகளை மண்ணிற்குள்ளும், உயர்ந்த மரங்களிலும், கற்களுக்கடியிலும் கட்டுகின்றன.

விலங்கியல் வல்லுநர்கள் இச்சமூகப் பூச்சிகளின் அமைப்பை ஒட்டுமொத்தமாக மேம்பட்ட உயிரிகள் என்பர். பணியாளர்ப் பூச்சிகளை உணவு மண்டலமாகவும், அரசியை

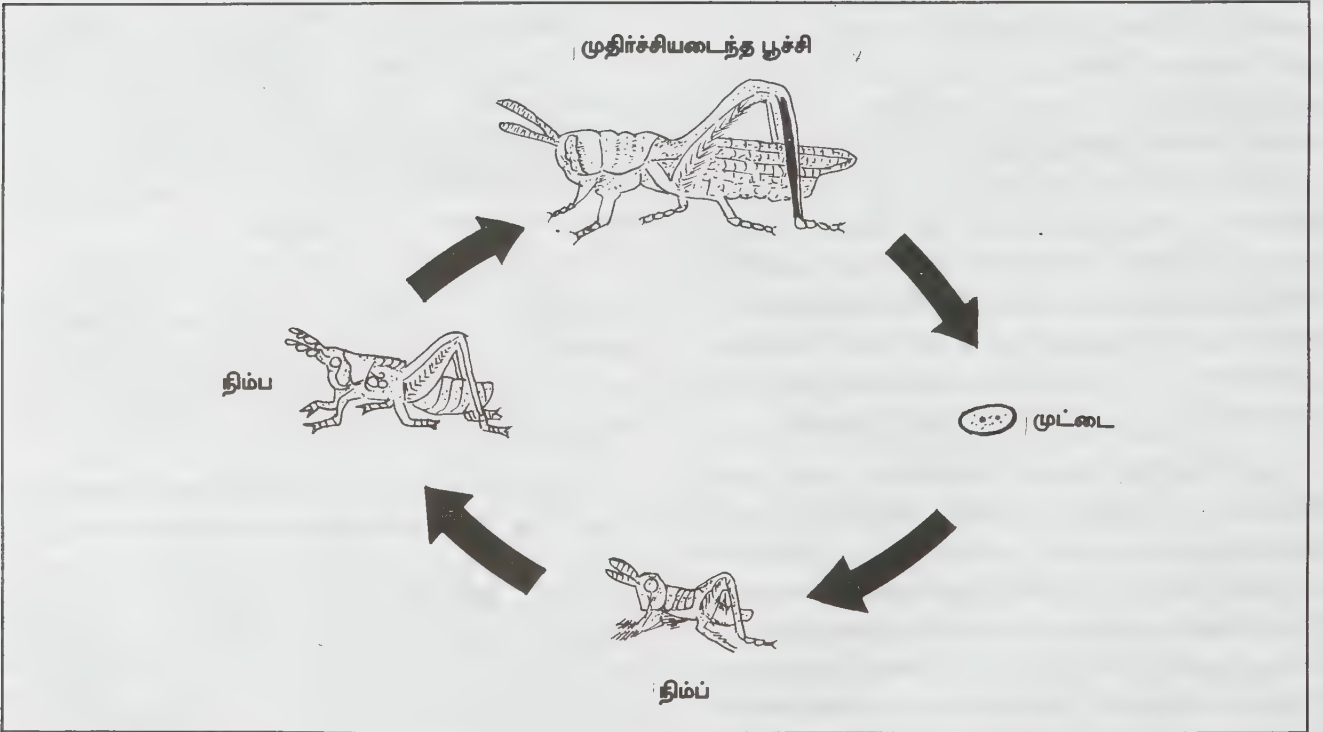
இனப்பெருக்க மண்டலமாகவும், காவலர்களை உடல் எதிர்ப்பு ஆற்றலாகவும் உருவகப்படுத்துவர். இப்பூச்சிகள் ஒன்றையொன்று பிரிந்து வாழ இயலாமையை இக்கூற்று உணர்த்துகிறது.

வளர்ச்சியும் தோலுரித்தலும். பூச்சிகளின் வளர்ச்சி, தோலுரித்தலைப் (moulting) பொறுத்துள்ளது. தோலுரித்தல் என்பது புறத்தோல் உதிர்ந்து மீண்டும் வளர்ச்சியடையும். இத்தோலுரித்தல் புறத்தோலில் மட்டும் நடைபெறவில்லை. சுவாசக் குழல் அடுக்கிலும், முன் குடலிலும், பின் குடலிலும் நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு களைந்த தோலுக்குச் சட்டை (exuvia) என்று பெயர். இச்சட்டை களையப்படும் பூச்சியின் அமைப்பை ஒத்திருக்கும். தோலுரித்தலுக்கு முன்பு, புதிய புறத்தோல் அடுக்கு பழைய தோலுக்கடியில் மேல் தோல் செல்களால் உண்டாக்கப்படுகிறது. பிறகு பழைய புறத்தோல் கிழிந்து விழுந்து விடுகிறது.

தோலுரித்தல் சில பூச்சிகளில் 4 - 8 முறை நடைபெறுகிறது. சில ஒடோனேட்டாவில் 10 - 12 முறை நடைபெறுகிறது. சில எபிமீராப்டிராவில் 20 முறைக்கும் மேல் நடைபெறுகிறது.

இரண்டு தோலுரித்தல் திகழ்ச்சிக்கு இடைப்பட்ட பூச்சிக்கு வளர்நிலை என்று பெயர். முதல் வளர்நிலை என்பது முட்டையிலிருந்து வெளிவருதலுக்கும் முதல் தோலுரித்தலுக்கும் இடைப்பட்டதாகும். இரண்டாம் வளர்நிலை என்பது முதல் தோலுரித்தலுக்கும், இரண்டாம் தோலுரித்தலுக்கும் இடைப்பட்டதாகும். இது போல் தொடர்ந்து செல்லும் பல பூச்சிகள் வளரும்போது அவற்றின் அமைப்பு மாறுபடும். வெவ்வேறு வளர்நிலைகள் ஒன்று போல் இரா. இவ்வகை மாற்றத்திற்கு உருமாற்றம் (metamorphosis) என்று பெயர். பூச்சிகள் அவற்றின் உருமாற்றத்தைப் பொறுத்து மூவகைப்படும். அவை உருமாற்றம் அற்றவை (ametabola), பாதி உருமாற்றம் உடையவை (hemi metabola), முழு உருமாற்றம் உடையவை (holometabola) எனப் பகுக்கப்படும்.

தொன்மையான இறக்கையற்ற பூச்சிகளில் சிறு மாறுதல்கள் நடைபெறும். இவ்வகையான பூச்சிகளில் முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளசுகள் (young one's) முதிர்ந்த பூச்சியை ஒத்திருக்கும். இவற்றில் உருமாற்றம் கிடையாது. இப்பூச்சிகளுக்கு உருமாற்றம் அற்ற பூச்சிகள் என்று பெயர். எ-டு: புரோப்யூரா, தைசனியுரா, கொம்போலோ.



படம் 5. வெட்டுக்கிளியின் குறை உருமாற்றம்



வெளி இறக்கையுடைய ஆர்தாப்டிரா, கெமிப்டிரா பூச்சிகள் மிக எளிய உருமாற்றமுடையனவாகும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் பெரும்பாலும் தன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கும். இவை பொதுவாக முதிர்ந்த பூச்சிகளின் உருவமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். ஆனால் உருவத்தில் சிறியவையாகவும் இறக்கையற்றவையாகவும் இருக்கும். இத்தகைய உருமாற்றத்திற்குக் குறை உருமாற்றம் என்று பெயர்.

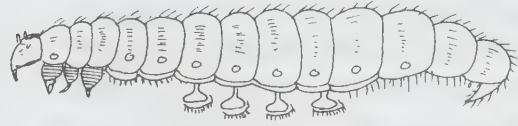
உள் இறக்கையுடைய வண்ணத்துப்பூச்சி, பட்டுப்பூச்சி, பட்சி வண்டு போன்றவற்றில் முழு உருமாற்றம் நடைபெறுகிறது. முட்டையிலிருந்து வெளிவரு இளவுயிரிகள் உருவமைப்பு முழுவதுமாக முதிர்ந்த பூச்சியிலிருந்து

வேறுபடும். இவற்றிற்கு இளவுயிரிகள் (larvae) என்று பெயர். இளவுயிரிகள் தன்கு உணவை உட்கொண்டு கூட்டையுரித்துக் கூட்டுப்புழுவாக (pupa) மாறும். இக்கூட்டுப்புழு பின்னர் முதிர்ச்சியடையும். இத்தகைய உருமாற்றத்திற்கு முழு உருமாற்றம் என்று பெயர்.

பூச்சிகளில் தோலுரித்தலும், உருமாற்றமும் ஒருங்கே நடைபெற ஹார்மோன்கள் இன்றியமையாதவை. அவை நரம்புச் சுரப்பிச் செல்களிலிருந்து சுரக்கும் மூளை ஹார்மோன், புரோதோராசிக் சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கும் எக்டைசோன் (ecdysone) எனும் ஹார்மோன் என்பன. இவை தோலுரித்தலையும், உடலின் பல பகுதிகளிலும் உள்ள தசைகளையும் தூண்டி வளர்ச்சியை மறைமுகமாக



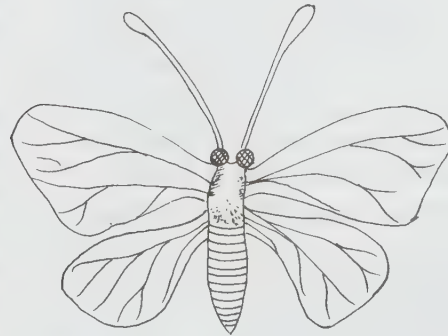
முட்டைகள்



இளவுயிரி



கூட்டுப்புழு



முதிர்ந்த பூச்சி

படம் 6. வண்ணத்துப் பூச்சியின் திறை உருமாற்றம்

ஊக்குவிக்கும். கார்பொரா அலேட்டாவிலிருந்து சுரக்கும் இளவுயிரி ஹார்மோன் (juvenile hormone) பூச்சிகளின் பல வளர்நிலைகளை விரைவுப்படுத்தி, பூச்சிகள் நிறை உருமாற்றமடையப் பயன்படுகிறது. இம்மூன்று ஹார்மோன்களின் கூட்டுச் செயலால் பூச்சிகள் உருமாற்றமடைந்து முதிர் பூச்சியாகின்றன.

**பூச்சிகளின் பொருளாதாரச் சிறப்பு.**  
பூச்சிகளில் சில வகைகள் விலங்குகளுக்கும், தாவரங்களுக்கும் பயன் தருவதிலும், சில வகைகள் தீங்கு செய்வதிலும் பெரும் பங்காற்றுகின்றன. பூச்சிகளைப் பொதுவாகத் தீங்கற்றவை, பயன் தருபவை, தீங்கு செய்பவை எனப் பகுக்கலாம்.

ஈசல் போன்ற பூச்சிகள் தென்னிந்தியாவின் சில இடங்களில் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. பட்டுப் பூச்சியிலிருந்து பட்டு நூலிழை எடுத்து, உயர்ந்த வகை ஆடைகள் தயாரிக்கின்றனர். இந்தியாவில் 5,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே பட்டுத் தயாரிப்புத் தொழில் நடந்து வருகிறது. இது அசாம், தமிழகம், கர்நாடகம், வங்கம், காஷ்மீர் முதலிய மாநிலங்களில் பலருக்குத் தொழிலாக அமைந்து பயன் தருகிறது. மேலும் அறுவை மருத்துவத்தின்போது தையல் போடும் நூலாகவும், இதன் கூட்டுப்புழு எண்ணெய் மருந்தாகவும், நூல் எடுத்த பிறகுள்ள மீதியுடல் மீன், கோழி முதலியவற்றிற்கு உணவாகப் பயன்படுகிறது.

தேன் மனிதனுக்கு உணவாகவும், மருந்தாகவும் பயன்பட்டு வருகிறது. அரக்குப் பூச்சிகளிலிருந்து அரக்குத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது முத்திரையிடவும் வார்னீஷ், அடிக்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. மேலும் பொம்மை செய்யவும், நகைகளின் உள்ளீட்டுப் பொருளாகவும் உதவுகிறது. மேலும் அலங்காரப் பொருள்கள், பொம்மை, விளக்கு, சிலை முதலியவற்றை உருவாக்கும் இணைப்புப் பொருளாகவும் (mould) துணை புரிகிறது. கொப்பள வண்டுகளிலிருந்து கொப்பள மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

சில பூச்சிகள் தீங்குயிரிகளைக் கொன்றுவிடுவதால் பயனேற்படுகிறது. அவை ஒட்டுண்ணி, பூச்சியுண்ணி, புல்லுருவியைக் கொல்வது, அழுக்கைத் தின்பது (scavengers) என்பன. மேலும் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்தும் அனைத்துப் பூச்சிகளுமே மனிதருக்குத் தேவையான கனிகளை உருவாக்குவதில் துணை செய்கின்றன. அழுக்குத் தின்னும் பூச்சிகள் அழுக்கைத் தின்று சூழ்நிலையைத் தூய்மை செய்கின்றன. இறந்த உடலையும், பூச்சியினங்கள் தின்று தூய்மைபடுத்துகின்றன. எ-டு:

எறும்பு, கரையான், வண்டு, பிணந்தின்னி வண்டு முதலியன. சில பூச்சிகள் மண்ணின் அடியில் வாழ்வதால் மண்ணைக் காற்றுப் புகச் செய்து அவற்றின் நிலையை உயர்த்துகின்றன.

இரா. ஜேம்ஸ்  
கு. சம்பத்

## பூச்சிகளின் கண்காணிப்பு

பயிருக்குக் கேடுதரும் பூச்சிகளைக் கண்காணிப்பது இன்றியமையாதது. இதை உணர்ந்து வெட்டுக்கிளிப் படையெடுப்பைக் கண்காணித்து தக்க சமயத்தில் எச்சரிக்கை கொடுக்க இந்திய மைய அரசால் 1939ஆம் ஆண்டு ஒரு நிலையம் அமைக்கப்பட்டது. இதற்கென உலக நாடுகளில் குறிப்பாக, ஆப்பிரிக்க, ஆசிய நாடுகளில் அமைப்புகள் உள்ளன. ஜப்பானில் முதன் முதலாக 1941ஆம் ஆண்டு பூச்சிகளைக் கண்காணிக்க ஒரு திட்டம் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டது. ஜப்பான், தாய்வான் நாடுகளில் நெல்லையும் சில முக்கியமான பயிர்களையும் தாக்கும் பூச்சிகளைக் கண்காணிக்க, ஏற்ற நேரத்தில் பயிர்க்காப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்க அமைப்புகள் உள்ளன. தமிழ்நாட்டில் பயிர்ப் பூச்சிகள், நோய்கள் கண்காணிப்புப் பணி, தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகப் பூச்சியியல் துறை, தாவர நோயியல் துறை, வேளாண்மைத் துறை, எண்ணெய் வித்துத் துறை, தோட்டக்கலைத் துறை, மலைப் பயிர்த்துறை ஆகியவற்றில் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளைக் கண்காணிக்கும் பணியின் முதன்மை நோக்கங்களாகப் பின்வருவன விளங்குகின்றன.

ஒவ்வொரு பயிரிலும் ஒவ்வொரு வளர்ச்சிப் பருவத்திலும் எந்த இனப்பூச்சி தோன்றி உள்ளது என்பதை அறிதல், பயிரில் தோன்றியுள்ள பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை அல்லது தாக்குதலின் அளவைக் கணக்கிடுதல், வெப்பம், காற்றின் ஈரப்பதம், மழை அளவு, மழை நாள், காற்றின் வேகம் போன்ற காலநிலை அல்லது பருவ நிலைக்கும் பூச்சிகளின் தோற்றத்திற்கும் உள்ள உறவை அறிந்திடல். பயிர்களில் புதிய இனப்பூச்சிகள் தோன்றியுள்ளனவா எனக் கண்காணித்தல், பயிர்களில் முதன்மையற்ற அல்லது பின்னணியிலிருந்து வரும் பூச்சிகள் முதன்மையானவையாக உருவெடுக்கின்றனவா என அறுதியிடல், பயிரில் உள்ள எதிர் உயிரினங்களை கணித்திடல், புதிய பயிர் வகைகளையோ, புதிய பயிர் செய் முறைகளையோ அறிமுகப்படுத்தும்போது, பயிர்களில் பூச்சிகளின் நிலையும் இன்றியமையாமையும்



மாறுபடுவதைக் கண்காணித்தல், அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட புதிய பயிர் வகைகளின் பூச்சி எதிர்ப்புத்திறன் தொடர்ந்து நிலைத்திருக்கிறதா அல்லது மாறுபடுகிறதா அல்லது பூச்சிகளின் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகிறதா எனக் கண்டறிதல், பூச்சிகொல்லி மருந்துகளுக்குப் பூச்சிகள் எதிர்ப்புத்திறனை ஏற்படுத்திக் கொண்டுள்ளனவா என அறிதல், ஒவ்வொரு பயிரிலும் பூச்சிகள் தோன்றும் பகுதிகளையும் பருவங்களையும் அறுதியிடல், பூச்சிகள் பொருளாதார அழிவை அடைந்திட்டால் தேவைக்கேற்பப் பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்துதல், உழவர்களுக்குச் சாகுபடிச் செலவில் சிக்கனம் செய்தல், பயிர்களிலும், சுற்றுப்புறச் சூழலிலும், பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளின் எச்சத்தன்மை பெருகிடாமல் தடுத்திடல், சேகரிக்கும் புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டு குறுகிய கால, நடுத்தர, நீண்ட காலப் பூச்சிகள் பற்றிய முன்னெச்சரிக்கைக் குறிப்புகளைத் தயாரித்து உழவர்களுக்கு உதவுதல், உரிய பயிர்க்காப்பு நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ள அறிவுரை வழங்குதல் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை.

கண்காணிக்கப்படும் பயிர்கள். தமிழ்நாட்டில் நெல், சோளம், நிலக்கடலை, தென்னை, பருத்தி, காய்கறி, கனிவகை இன்றியமையாத் தோட்டக்கலை பயிர்களில் பூச்சிக் கண்காணிப்புப் பணி மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. பூச்சிக் கண்காணிப்புப் பணி இரு முறைகளால் செயலாக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட பயிர்த் திடல்களில் கண்காணித்தல், பல திடல்களிலும் கண்காணித்தல் என்பன.

இவ்விரு முறைகளாலும், மாநிலத்தின் ஒவ்வொரு தோட்டத்திலும் தொடர்ந்து குறிப்பிட்ட பூச்சிக் கண்காணிப்புத் திடல்களிலிருந்தும் சுற்றி வந்து கண்காணிக்கும் பணியால் பல்வேறு சிற்றூர்களிலும் பயிர்களில் உள்ள பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை அல்லது அழிவு நிலை பற்றிய புள்ளிவிவரங்கள் காலந்தோறும் தொடர்ந்து கிடைக்கின்றன. ஒவ்வொரு பயிரிலும் தாக்கும் பூச்சிகள் அவற்றின் வகை, அவை உண்டாக்கும் அறிகுறி போன்ற முறைகள் அப்பணியில் ஈடுபட்டுள்ள அனைவராலும் ஒரே வகையாகக் கடைபிடிக்கப்படுகின்றன. எனவே, பூச்சிக் கண்காணிப்பில் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையும், அழிவு விழுக்காடும் பயிர்களில் நேரிடையாகக் கணக்கிடப் படுகின்றன. மேலும் பூச்சிகளைக் கண்காணிக்கப் பூச்சி வலை, விளக்குப் பொறி, இனக்கவர்ச்சிப் பொறி, கருவாட்டுப் பொறி, மஞ்சள் திற ஓட்டும் பிசுபிசுப்புப் பொறி

போன்றவையும் பயன்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட பயிரைத் தவிர அருகில் பயிரிடப்படும் பயிர்களிலும், களை வகைகளிலும் வாழக்கூடிய பூச்சி இனங்கள் பற்றியும் கண்காணிக்கப்படுகிறது. வானிலை தொடர்பான உயர் வெப்பம், குறை வெப்பம், காற்றின் ஈரப்பதம், சூரிய ஒளி கிடைக்கும் நேரம், காற்றின் வேகம், மழையளவு, மழை பெய்த நாட்கள் போன்ற பல விவரங்களும் சேகரிக்கப்படுகின்றன. பூச்சிகளின் வாழ்க்கைச் சுற்றுகளுக்கும் அவை பெருகுவதற்கும் வானிலை பெரிதும் துணை புரிவதால் இத்தகைய புள்ளி விவரங்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

பூச்சிக் கண்காணிப்பு அறிக்கைகள். பூச்சிக் கண்காணிப்புப் பணியை மேற்கொள்ள அலுவலர்கள் மூவகை அறிக்கைகளை அனுப்ப ஏற்பாடுகள் செய்யப் பட்டுள்ளன. வெள்ளை அல்லது சாதாரண அறிக்கை என்பது வாரந்தோறும் ஒவ்வொரு பயிரிலும் காணப்படுகின்ற பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை அல்லது அழிவு நிலை பற்றிய புள்ளிவிவரங்களைக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சள் அறிக்கை என்பது ஒரு சிறப்பு அறிக்கை. ஒரு பூச்சி பொருளாதார அழிவுநிலை என்று குறிக்கப்பட்ட அளவில் 50% அடைந்தவுடன் இந்த அறிக்கையைக் கோட்ட வேளாண்மை உதவி இயக்குநருக்கும், மாவட்ட வேளாண்மை இணை இயக்குநருக்கும் அனுப்ப வேண்டும். மேற்கொள்ள வேண்டிய பயிர்ப் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளுக்கு இது முன்னெச்சரிக்கையாக அமைகிறது. சிவப்பு அறிக்கை என்பதும் ஒரு வகைச் சிறப்பு அறிக்கையாகும். ஒரு பூச்சி பொருளாதார அழிவு நிலையை எட்டிவிட்டால் உடனடியாக உயர்மட்ட அலுவலர்களுக்கு இந்த அறிக்கை அனுப்பப்படுகிறது. அத்துடன் அக்கோட்டத்தில் தோன்றிய பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்த உடனடிப் பயிர்க்காப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

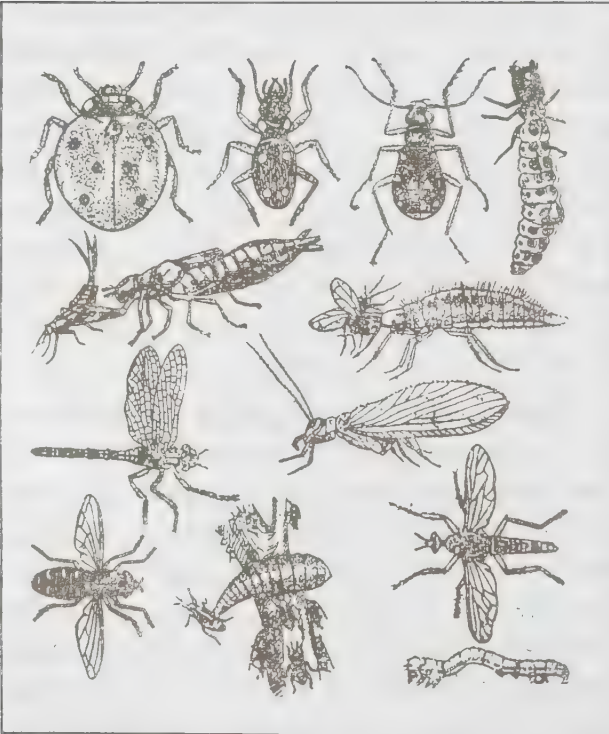
செயல் திட்டமிடல். தமிழ்நாட்டில் ஒவ்வொரு மாவட்டத்திலும் குறிப்பிட்ட வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிலையத்தின் அறிவியலாரும், அரசுத் துறையைச் சார்ந்த பயிர் பாதுகாப்புத் தொடர்பான விரிவாக்க உயர்மட்ட அலுவலர்களும் வாரம் ஒருமுறை மேற்காணும் பூச்சிகளின் கண்காணிப்பு விவரங்களை ஆராய்வர். இவ்விவரங் களிலிருந்து கிடைத்த முடிவுகளிலிருந்து பூச்சிகளை மேலும் தொடர்ந்து கண்காணிக்கவும் உடனடியாகக் கட்டுப்படுத்து வதற்கு வேண்டிய நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளவும் முடிவு செய்வர். இது பற்றிய அறிக்கைகள் வேளாண்மையைச் சார்ந்த பலதுறை இயக்குநர்களுக்கும் கோயம்புத்தூர் தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகத்திலுள்ள

பயிர்ப்பாதுகாப்பு ஆய்வு மையத்திற்கும் அனுப்பப்படுகின்றன. பூச்சிகளின் நிலை பற்றிய இன்றியமையாக் குறிப்புகள் அருகிலுள்ள மாவட்ட அலுவலர்களுக்கும், ஆராய்ச்சி நிலையங்களுக்கும் அனுப்பப்படுவதால் அவ்வாறான பூச்சிகளைப் பற்றியப் பல்வேறு மாவட்டங்களிலும் கண்காணிக்க முடியும். வாராந்திரக் கூட்டத்தில் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த, பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைத் தவிர மாற்று முறைகளைப் பற்றியும் தேவையிருந்தால் மட்டும் பூச்சி மருந்துகளைப் பயன்படுத்திக் கட்டுப்படுத்த வேண்டிய வழிமுறைகளைப் பற்றியும் அறிவிப்புகளைத் தயாரித்து உழவர்களின் உடனடி நன்மைக்காக வானொலிக்கும், தொலைக்காட்சி நிலையத்திற்கும் செய்தித்தாள்களுக்கும் அனுப்புவர்.

அ. வெ. ரங்கராஜன்

## பூச்சிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை

பூச்சிகளில் பரந்த எண்ணிக்கையிலான இனங்கள் இருப்பதாலும், பல்வேறு சூழ்நிலைகளிலும் வாழக்கூடிய



ஒட்டுண்ணிப் பூச்சிகளும் சேதம் விளைவிக்கும் பூச்சிகளும்

தகவமைப்புகளை அவை பெற்றிருத்தலாலும் அவை மனிதனுக்கு நன்மை, தீமை இரண்டையுமே பயக்கின்றன. பொதுவாகப் பூச்சிகள் மனித சமுதாயத்துக்கும் தரும் நன்மைகளை விடத் தீமைகளே மிகுதி. ஆகையால் பூச்சிகளை நன்மை பயக்கும் பூச்சி, தீமை பயக்கும் பூச்சி என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். நன்மை பயக்கும் பூச்சிகளை உதவும் வகை, உற்பத்தி வகை என மேலும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

நன்மைகள். பூச்சிகளின் உணவுவட்டப் பழக்கங்களாகிய ஒட்டுண்ணி முறை, கொன்று தின்னும் முறை ஆகியவற்றால் பூச்சிகளே தங்கள் இனத்தின் கூட்டத் தொகையைக் கட்டுப்பாட்டுக்குள் வைத்துக் கொள்கின்றன. களைத் தாவரங்களை அழித்து அவற்றின் பரவும் திறனையும் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. மனிதனுக்கு பயன்படக்கூடிய தாவரங்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறத் துணைபுரிகின்றன. தேன், மெழுகு, பட்டு, சாயம், மருந்து பொருள்கள் ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்யவும் பயன்படுகின்றன. சில பூச்சியினங்கள் மனிதருக்கு உணவாகவும் ஆய்வகச் சோதனைக் கருவிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

உதவும் பூச்சிகள். பூச்சி இனங்களில் ஏறத்தாழ 50% பூச்சிகள் தம் இனத்தைச் சார்ந்த பூச்சிகளையே உணவாகக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு உண்ணப்படும் பூச்சிகள் எடுத்துக்காட்டாக, நச்சுத்தன்மையுள்ள இவி (ivy flowage), தாவர இலைகளை உண்ணக்கூடிய பூச்சி என கூறலாம்.

தாவரங்களுக்குத் தீங்கிழைக்கும் பூச்சியினங்களை அழித்திடப் பயிர்களில் தெளிக்கப்படும் வேதி பூச்சி மருந்துகள் மனிதருக்கும் பல வழிகளில் தீமை பயக்கின்றன. டிப்டீரா வரிசையைச் சார்ந்த பூச்சிகள், பூச்சி மருந்துகளை எதிர்க்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுவிட்டபடியால் இவற்றை அழிக்கச் செறிவு நிறைந்த பூச்சி மருந்துகளையே பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படும் மருந்துக் கலவைகளின் வேதிப்பொருள்கள் மண்ணில் தங்கி இயல்பான தன்மையை மாற்றுவதோடன்றி, மழைக் காலங்களில் நீரின் ஓட்டத்தினால் இத்தகைய வேதிப் பொருள்கள் குளம், குட்டை, ஆறு, கடலில் கலந்து விடுகின்றன. இதனால் குடிநீரின் தன்மை கெடுவதுடன் நீர்வாழ் உயிரினங்களாகிய மீன் போன்றவையும் பாதிப்புக்குள்ளாகின்றன.

கொன்று தின்னும் பூச்சிகளுக்கும், ஒட்டுண்ணிப் பூச்சிகளுக்கும் சில குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் உள்ளன.



பொதுவாகக் கொன்றுதின்னிகளின் செயல்படும் வேகம் மிகுதி. மேலும் அவை தம் வாழ்நாளில் எண்ணிக்கையிலடங்காப் பூச்சிகளை அழித்துவிடக் கூடியவை. ஆனால் ஒட்டுண்ணி தன் விருந்தோம்பியின் உடலில் இருந்து தனக்குத் தேவையானவற்றை எடுத்துக் கொள்ளுமே தவிர அதனைக் கொல்வதில்லை. அல்லது தேவை முடிந்தவுடன் இறுதியாகக் கொல்கின்றன. இவ்வகை உணவூட்ட உறை பாரசைட்டாய்டு (parasitoid) உறவு என்பர். சான்றாக மெகாரைசா லுனேடார் (megarhyssa lunator) என்னும் குளவி இனத்தில் பெண் பூச்சி தன் முட்டையிட உதவும் உறுப்பின் மூலம் (ovipositor) மரப்பட்டைகளைத் துளைத்து அதன் இரை இனமான டிரிமெக்ஸ் கோலம்பாவின் (trimex columba) இளவுயிரிக் கூட்டத்தினுள் முட்டைகளை இட்டுவிடும்.

ஒடோனேட்டா வரிசையினைப் பூச்சிகளின் இளவுயிரியும் முதிர் உயிரியும் டிப்டெரா வரிசைப் பூச்சிகளின் இனக்கூட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. குறிப்பாகத் தேங்கிய நீர்நிலைகளிலும் நீரோடைகளிலும் காணப்படும் கொசுக்களின் கூட்டத் தொகை இவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. ஒரு தட்டான் பூச்சியின் இளவுயிரி ஒரு நிமிடத்திற்குள் ஆறு கொசு இளவுயிரிகளை உணவாக உட்கொள்கிறது.

ஹெமிப்டெரா வரிசையைச் சார்ந்த ரெவிடே, நேவிடே இனப்பூச்சிகள், தாவரங்களை அழிக்கக்கூடிய அதே வரிசையைச் சார்ந்த மற்றப் பூச்சிகளை உணவாக உட்கொள்கின்றன. பெரும்பாலான ஹெமிப்டெரன் வரிசைப் பூச்சிகள், மற்றப் பூச்சிகளின் கூட்டுப்புழுக்களையும், இளவுயிரிகளையும், முதிர் உயிரிகளையும் உணவாக உட்கொள்கின்றன. மேலும் எறும்பு, மூட்டைப்பூச்சி, அசுவிணி ஆகியவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. மலர்த் தாவரங்களை அழிக்கக்கூடிய ஹோமாப்டெரா வரிசைப் பூச்சிகளை டிப்டெரா (diptera) வரிசையைச் சார்ந்த சிரிபிடே வகைப்பூச்சிகள் உணவாகக் கொள்கின்றன. குளுசிடே வகையைச் சார்ந்த கொசுக்களின் இளவுயிரிகள் ஏனைய இனப்பூச்சிகளின் இளவுயிரிகளை உணவாக உட்கொள்கின்றன.

ஒட்டுண்ணிப் பூச்சிகள். பொதுவாக ஒரே ஒரு விருந்தோம்பியை மட்டுமே தன் இளம்பருவத்தில் சார்ந்துள்ளது ஹெமனாப்டெரா, கேஸ்டிரோப்டிராய்டே வரிசையைச் சார்ந்த பூச்சிகள் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த ஒட்டுண்ணிகளாகும். இவற்றின் முட்டையிட

உதவும் (ovipositor) உறுப்பு மரப்பட்டைகளைத் துளைத்து முட்டையிடவும் தன் இரைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும், சுவை உணர்வு வாங்கிகளாகவும் செயல்படுகின்றன. சில பூச்சிகள் புற ஒட்டுண்ணிகளாகவும் சில பூச்சிகள் அக ஒட்டுண்ணிகளாகவும் செயல்படுகின்றன. தக்காளிச் செடியை தாக்கும் பூச்சியின்மீது அபென்டலிஸ் கான்கிரிகேடஸ் (apantelis congregatus) என்னும் பூச்சி ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை நடத்தி இறுதியில் தான் சார்ந்துள்ள உயிரியைக் கொன்றும் விடுகிறது. பெரும்பாலான ஒட்டுண்ணிப் பூச்சிகளின் இளம் உயிரினப் பருவத்தைப் பாதித்தலால் இவ்விருந்தோம்பிகளின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி முற்றுப்பெறுவதில்லை.

டிப்டெரா வரிசைப் பூச்சிகள் பெரும்பாலும் மனித இனத்துக்கு நன்மை பயப்பனவாக இருப்பினும் பாதிக்கும் பூச்சிகளும் இருக்கின்றன. சில பூச்சிகள் ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையும் நடத்துகின்றன. சான்றாக டாக்னிட்ஸ் (tachnids) எனப்படும் பூச்சிகளைக் கூறலாம். மைக்ரோசிரோமாசியா ஸ்பீனாபோரி (microceromasia sphephori) என்னும் வெப்பமண்டலப் பூச்சி கரும்புப் பயிரைத் துளைத்து அழிவு உண்டாக்கக்கூடிய ராப்டேசீலஸ் அப்ஸ்க்யூரா பூச்சியை முற்றிலுமாக அழித்துக் கரும்புப் பயிரைக் காக்கிறது. இத்தகைய டாக்னிட் பூச்சிகள் எண்ணிக்கையில் அடங்கா விருந்தோம்பிகளைக் கொண்டிருப்பதால் இயற்கையில் மிகுதியான எண்ணிக்கையில் பூச்சிகளின் கூட்டத்தொகை கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது.

களைத் தாவரக் கட்டுப்பாடு. விவசாயப் பயிற்சி நடைமுறையில் தீமை விளைவிக்கக் கூடிய களைத் தாவரங்களை நீக்கும் பொருட்டு நவீன முறைப் பூச்சிகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. களைத் தாவரங்களை உணவாக உட்கொள்ளும் பூச்சிகளைப் பரப்புவதன் மூலமாக, தேவையற்ற, அழிக்க இயலாத அளவுக்கு வளர்ந்துவிட்ட களைத் தாவரங்களை நீக்கலாம்.

சில குறிப்பிட்ட பூச்சியினங்கள் பெரும்பாலான களைத் தாவரங்களை அழித்துவிடுவதால் இத்தகைய பூச்சியினங்களை மிகுதியாக உற்பத்தி செய்து பரப்புவதன் மூலம் எளிதாகக் களைத்தாவரங்களை நீக்கிவிட இயலும். தொடக்கக் காலத்தில் இக்கருத்து ஏற்றுக்கொள்ளப்படா விடினும் 1925-இல் ஆஸ்திரேலியாவில் மிகவிரைவாகப் பரவிய சப்பாத்தி (prickly pear) என்னும் களையை நீக்க, தென் அமெரிக்காவிலிருந்து காட்டோபிளாஸ்டிஸ்

காக்டோரம் (cactoblastic cactorum) என்னும் பூச்சி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு வெற்றியும் காணப்பட்டது.

பூச்சிகளைக் கொண்டு களைத் தாவரங்களை நீக்கும் நடைமுறை அண்மையில் மேலும் விரிவாக்கப்பட்டுள்ளது. குறிப்பாக நீர்த்தேக்கங்கள், குளம் மற்றும் ஏரிகளில் மிகையாக வளர்ந்துவிட்ட களைகள், படகுவிடுதல், மீன் பிடித்தல், நீச்சல் போன்ற செயல்களைத் தடுக்கின்றன. பூச்சியினங்களைக் கொண்டு களையை நீக்கும்போது அது மற்ற விரும்பத் தகுந்த தாவரங்களையும் அழித்துவிடாத வண்ணம் பார்த்துக் கொள்ளல் வேண்டும். எனவே ஒரு பூச்சியை அறிமுகப்படுத்தும் முன்னரே அதன் தாவர உணவுகளைத் தெளிவாகக் கண்டறிய வேண்டும்.

**பூச்சி மகரந்தச் சேர்க்கை.** விவசாயச் செயல்முறைகளில், பூச்சிகளின் உதவியால் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. பெரும்பாலான உணவுத் தாவரங்கள், அழகு தாவரங்கள், மருந்துத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் பூச்சிகளின் மூலமே மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. மெக்கிரஹார் என்பார் இவ்வாறு பூச்சிகளினால் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் 50 குடும்பங்களைச் சார்ந்த 200 இனத் தாவரங்களை வரிசைப்படுத்தியுள்ளார். நல்ல மலர் அமைப்புடைய தாவரங்களில் பெரும்பாலும் தேனீக்களே மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவி புரிகின்றன.

**உற்பத்தி வகைப் பூச்சிகள்.** ஹோமாப்டிரா வரிசையைச் சார்ந்த லாசிபர் லாக்கா (laccifer lacca) என்னும் பூச்சி லேக் என்னும் பசை போன்ற ஒரு நீர்மத்தினைச் சுரக்கிறது. இந்நீர்மம் மிகவும் பொருளாதாரப் பயன் வாய்ந்ததாகும். இந்தியாவில் தூய மல்பெரிப்பட்டு, டாசர், முகா, ஈரி ஆகிய பட்டு வகைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

மல்பெரி இலைகளில் காணப்படும் பாம்பிக்ஸ் மோரி (bombyx mori) என்னும் பட்டுப்பூச்சி இனத்தால் தூயப்பட்டு உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பட்டுப்பூச்சியின் வாழ்க்கைப் பருவத்தில் கூட்டுப்புழுப் பருவத்தில்தான் பட்டு சுரக்கப்படுகிறது. ஒரு கூட்டுப்புழு சாதாரணமாக 650 - 1300 மீ. பட்டைச் சுரக்கும். தேன், தேன் மெழுகு ஆகியவற்றின் உற்பத்திக்குக் காரணமாயிருப்பதும் பூச்சி இனங்களேயாகும். அபிஸ் இன்டிகா (apis indica), அபிஸ் மெல்லிபரா ஆகிய பூச்சிகள் தேன் உற்பத்தியில் இன்றியமையாதவை. டாக்டைலோபியஸ் காக்கஸ் (dactylopius coccus) என்னும் பூச்சியிலிருந்து காக்கினில்

என்னும் கிரிம்சன் திறச் சாயம் தயாரிக்கப்படுகிறது. லைட்டா வெசிக்டோரியா என்னும் பூச்சியிலிருந்து காந்தரிடின் (canthardin) என்னும் மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

**உணவாகப் பயன்படும் பூச்சிகள்.** பொதுவாக மேலைநாடுகளில் வெட்டுக்கிளி இனங்கள் உணவாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. மெக்சிகோ நகரத்தில் அகேவ் தாவரங்களை உணவாக உட்கொள்ளக்கூடிய பூச்சியாகிய குசானஸ் டிமாகுய் (gusanos de maguey) என்பதன் கூட்டுப்புழு மிகவும் விரும்பி உண்ணப்படுகிறது. கொழுப்பும் புரதமும் மிகுந்துள்ளதாயினும், இது சிறப்பான உணவுப் பொருளாகக் கருதப்படுகிறது. ஆப்பிரிக்க நாட்டில் புரதக்குறைவால் ஏற்படும் நோயினைத் தீர்க்க இவ்வகையான பூச்சி உணவு பெரிதும் உதவுகிறது.

**ஆய்வில் பயன்படும் பூச்சிகள்.** இயற்கையிலேயே பூச்சிகள் பெருகி இருப்பதாலும் இவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி சிறிது நாள்களிலேயே முடிவுறுவதாலும், மற்ற விலங்குகளை விட மிக வேகமாக இனப்பெருக்கம் செய்வதாலும், பழ ஈ (prospihila) போன்றவை மரபியல் ஆய்வுகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

**தீமை விளைவிக்கும் பூச்சி.** நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ மனிதனுக்குத் தீமை விளைவிப்பவை என்று சேமித்து வைக்கப்பட்ட உணவுத் தானியங்களை மற்றும் ஏனைய பொருள்களுக்குத் தீங்கிழைப்பவை என்று இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

ஸ்டிகளில் காணப்படும் மரத்தினாலான தளவாடப் பொருள்களைச் சிதைக்கும் கரையான்களும், புத்தகங்களைச் சேதப்படுத்தும் வண்டினங்களும் பூச்சி வகையைச் சார்ந்தவையே. உணவுக் கிடங்குகளில் பதப்படுத்திச் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள உணவுத் தானியங்களைச் சிடோபிலஸ் ஓரியே (strophilus orydae), புருச்சிங் (bruching) ஆகிய இனப்பூச்சிகள் சிதைக்கின்றன. குறிப்பாக அரிசியில் ஹிஸ்பா அர்மிஜெரா (hispa armigera) என்னும் பூச்சியும், தென்னையில் காண்டாமிருக வண்டு (oryctes rhinoceros) என்னும் பூச்சியும், மா விதைகளை ஸ்டர்னோசேட்டஸ் மேசிகோபெரா (sternochetus magiferae) என்னும் பூச்சியும், பருப்பு வகைகளில் கலோசோபருசஸ் மேகுலேடஸ் (callosobruchus) என்னும் பூச்சியும் அழிவுண்டாக்குகின்றன.

**கே. அன்புமணி**

மனித சமுதாயத்தைப் போன்று கரையான், தேன் போன்ற பூச்சி இனங்களிலும் சமுதாய வாழ்க்கை உண்டு.



## கரையான்

இதை வெள்ளை எறும்பு என்றும் சொல்லலாம். ஆனால் எறும்புகளை விட உடற்கூற்றிலும் பழக்கவழக்கங்களிலும் இது வேறுபட்டது. கரையான் பூச்சியின் சமுதாய வாழ்க்கை மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. இது உலகின் வெப்பமண்டல நாடுகளிலும், இள வெப்பமுள்ள குளிர் பகுதிகளிலும் வாழ்கிறது. கரையான்களில் 1700 பூச்சிகள் கணக்கிடப்பட்டு விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

கரையானின் சமுதாயம் எனப்படுவது பல பிரிவுகளைச் சார்ந்த பூச்சிகள் ஒரே வீடான கரையான் புற்றில் வாழ்வதைக் குறிக்கும். இதில் 4 பிரிவுகள் உண்டு. கரையான்களை இனப்பெருக்கம் செய்பவை, செய்யாதவை எனப் பிரிக்கலாம். இப்பிரிவு ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டு இனங்களிலும் உண்டு. இனம் பெருக்கும் பூச்சிகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த இறக்கைகள் உடையவை. இவற்றின் முதன்மைப் பணி புதிய சமுதாயத்தை உருவாக்குவதேயாகும்.

கரையான் சமுதாயத்தில் அரசன் வகையும் அரசி வகையும் உண்டு. இவையே சமுதாயத்தை உருவாக்கும் அடிப்படைப் பூச்சிகளாகும். சமுதாய இனப்பெருக்கத்தை உருவாக்க இயலாதவை படைவீரர்கள் மற்றும் பணியாளர் பூச்சிகளாகும். இவற்றில் ஆண், பெண் பூச்சிகள் உண்டு. ஆனால் இறக்கைகள் அற்றவை. ஒரு சமுதாயத்தை மேம்படுத்த, இனப்பெருக்கத்தை தவிர ஏனைய பணிகளை செய்யும் இயல்புடையவை படைப் பூச்சிகளும், பணியாளர் பூச்சிகளும் ஆகும். ஒவ்வொரு சமூகம் அல்லது குடியிருப்பிலும் இந்நால் வகைப் பூச்சிகளின், வளர்ச்சி நிலைகளையும் காணலாம். இவை மட்டுமல்லாமல் கரையானுக்கு உதவி புரியும் நுண்ணுயிரிகளும் ஓட்டி வாழும் பூச்சிகளும் உண்டு.

இனப்பெருக்கம் செய்யும் அடிப்படைக் கரையான். ஒரு கரையான் சமுதாயத்தில் முதன்முதலில் தோன்றும் கரையான், அடிப்படைக் கரையான் ஆகும். இதிலிருந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் கரையானும் இனப்பெருக்கம் செய்ய ஆற்றலற்ற கரையானும் உற்பத்தியாகின்றன. இவற்றிற்குச் சம அளவுள்ள சவ்வுப் போன்ற இரட்டை இறக்கைகள் உண்டு. இவற்றின் உடல் நன்கு வளர்ச்சியடைந்து கடினமாகவும், அடர்த்தியான நிறத்துடனும் கூட்டுக் கண்களுடனும் ஓர் இரட்டைச் சாதாரணக் கண்களுடனும் இருக்கும். சிறிது நேரம் திலத்தில் வாழும். இவற்றின் ஏனைய பூச்சியினங்களே சமுதாயத்தை உருவாக்குபவை. இவற்றின் மூளை, நெற்றியில் உள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பி, இனப்பெருக்க உறுப்பு அனைத்தும் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்திருக்கும்.

## சமுதாயத்தை நிறைவு செய்யும் இனப்பெருக்கக்

கரையான். இதற்கு திலத்தின் மேல் வாழும் வாழ்க்கை நிலை இல்லை. இதில் உடல் வளர்ச்சி நன்கு தடித்துக் கடினமாக இராது. வெண் பழுப்பு நிறமாகவும், கூட்டுக் கண்கள் சிறுத்தும் காணப்படும். இறக்கைகளின் வளர்ச்சி குன்றி, திண்டுகள் (pads) மட்டும் அமைந்திருக்கும். அடிப்படைக் கரையானின் சமுதாயம் தோன்றிய பின்பு சமுதாய இன நிறைவு செய்யும் கரையான் உற்பத்தியாகாது. அடிப்படைக் கரையான் இறந்தபின், இன நிறைவுக் கரையானின் உற்பத்தி பெருகிச் சமுதாயத்தின் எண்ணிக் கையை நிறைவு செய்யும்.

இனப்பெருக்கத்தை மேம்படுத்தும் கரையான்களில் அரசிக் கரையானும் அரசக் கரையானும் இனச்சேர்க்கை அடையும். அரசிக் கரையானின் உடல் கணிசமான அளவு பெருக்கும்போது, இறக்கைகள் விழுந்துவிடும். தலையிலும் கழுத்திலும் எந்த மாற்றமுமின்றி, வயிறு மட்டும் தடித்துவிடும். வயிற்றில் கருப்பையும் கொழுப்புப் பொருள்களும் நன்கு வளர்ச்சியடைவதால் இம்மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

இனப்பெருக்க ஆற்றலற்ற கரையான். இதில் குறிப்பிடத்தக்கவை, பணியாளர் கரையானும் படை கரையானுமாகும். இவற்றிற்கு இறக்கைகள் இல்லை. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியடையாமலோ சுருங்கியோ காணப்படும்.

பணியாளர் கரையான். இது கரையான் சமுதாயத்தில் இன்றியமையாததாகும். இது இளம் குஞ்சுகளின் அமைப்பை ஒத்திருக்கும். இதன் தலை, கீழ்நோக்கி அமைந்திருக்கும். இனப்பெருக்கக் கரையானைவிட இது உடலமைப்பில் அகலமானது. இதற்குக் கண்கள் இல்லை. சில கரையான்கள் சுறுசுறுப்பாக வேலை செய்யும். இக்கரையானுக்கு நன்கு வளர்ச்சியடைந்த ஆற்றல் மிக்க கீழ்த்தாடைகள் உள்ளன. இதனால் மரம் மற்றும் காய்கறிகளின் திசுக்களை அரித்து உண்ணும். இவ்வகைக் கரையான் முட்டைகளைப் பாதுகாக்கும். பேரிடர் நேரும்போது முட்டைகளை வேறிடத்திற்கு எடுத்துச் சென்றும் பாதுகாக்கும். மேலும் அரசிக் கரையானுக்கும் சமுதாயத்திற்கும் தேவையான உணவைத் தரும். பூசணத்தை உண்டு வாழும் சில கரையான்களுக்கு, அப்பூசணம் வளரத் தேவையான தாவரப் பொருள்களை கூண்டுக்குள் சேமித்து வைக்கும். திலத்தில் உள்ள கரியை உண்டு வாழும் கரையான், திலத்தில் சுரங்கப் பாதையையும், நீண்ட தாழ்வாரங்களையும் ஏற்படுத்தும். கரையான், புற்றை ஏற்படுத்தி வாழும். இப்புற்று அழிக்கப்பட்டால் மீண்டும் கட்டி முடித்துவிடும். இக்கரையான் பயிர்களையும், மரம்,

மரப்பொருள் போன்றவற்றையும் உணவாக்கிக் கொள்ளும் திறமை பெற்றுள்ளது.

படைவீரர் கரையான். இதற்கு இனப்பெருக்கும் திறன் இல்லை. இது உருவத்தில் சற்றுப் பெரியதாகவும், இதன் தலை நன்கு வளர்ந்து கடினமாகவும் இருக்கும். இதன் வாய்த் தாடைகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்து அருவெறுக்கத்தக்க உருவ அமைப்புடன் விளங்கும். இதில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. வாயின் கீழ்த்தாடை பெரியதாகவும், தாடையின் எலும்பு வலிமை வாய்ந்ததாகவும் உள்ள படைவீரர் கரையானுக்கு தலையின் முன்னால் நீண்ட மூக்கு போன்ற அமைப்பு இல்லை. இரண்டாம் வகையில் வாயில் கீழ்த்தாடை சிறியதாக இருக்கும் அல்லது இருக்காது. இதன் தலையின் முன் நடுப்பகுதியில் மூக்கு போன்ற அமைப்பிருக்கும்.

சில கரையான் சமுதாயத்தில், படைவீரர் கரையான், பெரிய நடுத்தர, சிறிய அளவில் காணப்படும். இவ்வகைக் கரையான், சமுதாயத்தைப் பாதுகாக்கும் பணியை முதன்மையாக கொண்டுள்ளது. எதிரிப் பூச்சிகளைக் கொல்லும் அல்லது விரட்டியடிக்கும். இக்கரையான் வலிமை வாய்ந்த தாடைகளால் எதிரிகளைத் தாக்கும். சில வகை கரையான் முன்னால் உள்ள மூக்கு போன்ற அமைப்பிலிருந்து ஒரு நீர்மத்தை வெளிப்படுத்தி எதிரியை விரட்டும். கரையானின் குறிப்பிடத்தக்க எதிரியாகக் கருதப்படுவது எறும்பாகும்.

## எறும்பு

எறும்புகளில் 3500 பூச்சிகளைப் பற்றி விவரிக்கப் பட்டுள்ளது. இது சமுதாய வாழ்க்கையை மேற்கொள்கின்றது. சில எறும்புகள் மட்டும் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கின்றன. எறும்பின் தலை, கழுத்து, வயிறு ஆகியவை தனித்தனியாகக் தெளிவாகத் தெரியும். விலர் என்பார் எறும்புகளின் சமுதாய வாழ்க்கையைப் பற்றி செம்மையான முறையில் அறிந்து விளக்கியுள்ளார். எறும்பின் சமுதாயச் சூழல், வாழ்க்கைப் பருவத்தில் பல நிலைகளைக் காணலாம். பணியாளர் எறும்பு உணவை மற்ற எறும்புகளுக்கு அளிப்பதுடன், உறைவிடத்தைத் தூய்மையாக்குகின்றன. சுற்றுப்புற சூழ்நிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால், எறும்புகள் அந்தக் குடிவைவிட்டு நகர்ந்து வேறு இடத்திற்குச் சென்றுவிடும். எறும்பின் முட்டை சிறியதாகவும், கடினமாகவும் 0.5 மி.மீ. நீளம் வரை உள்ளது. எறும்பின் இளம் குஞ்சுகளுக்கு தலையும், பின் பகுதியில் 13 துணையுறுப்புகளும் உண்டு. எறும்புக்கு கண்கள் இல்லை. சில எறும்புகளில் உணர்ச்சிக்

கொம்புகளின் வளர்ச்சி குன்றியிருக்கும். கழுத்தின் பின் இரண்டு பகுதிகளிலும், வயிற்றின் முன் எட்டுப் பகுதிகளிலும் சுவாசத் துளைகள் உள்ளன. எறும்பு, வயிற்றிலிருக்கும் நீர்ம வடிவ உணவைக் கக்கி வாயில் கொண்டு வந்து இளம் குஞ்சுகளுக்கு வாயின் மூலம் உணவளிக்கும். உயிருண்ணி எறும்புகள் மற்றப் பூச்சிகளின் உடல் பகுதிகளை இளங்குஞ்சுகளுக்குக் கொடுக்கும். வயலில் அறுவடை செய்தவுடன், எறும்பு விதைகளைச் சேகரித்து, அவற்றைத் துண்டுகளாக்கி இளம் குஞ்சுகளுக்கு அளிக்கும்.

பூசணத்தை உண்டு வாழும் எறும்பு, இளம் குஞ்சுகளுக்குப் பூசணத்தை உணவாக அளிக்கும். முதன் முதலில் தோன்றிய முற்கால எறும்புகளுக்கு (primitive) ஒரு கூடு (cocoon) இருக்கும். ஆனால் உடல் வளர்ச்சியில் பல்வேறு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுச் சிறப்பான வாழ்க்கையைக் கொண்டுள்ள எறும்புகளுக்குக் கூடுகள் இல்லை. எறும்புகளின் சமுதாயத்தில் அரசி எறும்பு, ஆண் எறும்பு, பணியாளர் எறும்பு ஆகியவை உள்ளன. ஆண் எறும்புகளுக்கு உணர் உறுப்பு, இறக்கை இன உறுப்பு ஆகியன நன்கு வளர்ச்சியடைந்திருக்கும். ஆனால் வாயின் கீழ்த்தாடைகள் நன்கு வளர்ந்திரா. தலை சிறியதாகவும் உணர்ச்சிக் கொம்புகள் நீண்டும், மெலிந்தும் காணப்படும். டோரிலினே என்னும் வகுப்பைச் சார்ந்த ஆண் எறும்புகளுக்கு நன்கு வளர்ச்சியடைந்த கீழ்த்தாடையும் நீள் வட்டவடிவ வயிறும், சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்த இன உறுப்பும் உண்டு. போனீரா (ponera) எறும்பின் ஆண் வகைக்கு இறக்கைகள் இல்லை.

அரசி எறும்புக்கு உறுதியான பெரிய உடலும், சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்த இன உறுப்பும் உண்டு. ஆண் எறும்பை விட அரசி எறும்புக்கு உணர்ச்சிக் கொம்புகளும் கால்களும் சிறுத்துத் தடித்திருக்கும். பார்மிகா ரூபா (formica rufa) என்னும் எறும்பு வகையில் அரசி சிறியதாக இருந்தால், தற்காலிகமான சமூக ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையை நடத்தும்.

பணியாளர் எறும்புகள். இதன் கழுத்தும் கண்களும் சிறுத்துக் காணப்படும். முட்டைகளை உற்பத்தி செய்யும் கருப்பைப் பிரிவுகள் குறைந்தும் விளங்கும். விந்தைச் சேமித்து வைக்கும் பகுதி இராது. சில பணியாளர் எறும்பு முட்டைகளை இடும். ஆனால் குஞ்சுகள் வெளிவரா. வெளிவந்தாலும், மற்ற எறும்புகளுக்கு குஞ்சுகளுக்கு உணவாகவே பயன்படும். சிவப்பு எறும்பு (decophybla) வகையில் சிறிய முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள்



அரசி மற்றும் பணியாளர் எறும்புகளாக மாறும். பெரிய முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள் ஆண் எறும்புகளாகும். பணியாளர் எறும்புகளில் தலையும், கீழ்த்தாடையும் பெருத்து இருந்தால் அவை படைவீரர் எறும்புகளாகும். இவை எறும்புக் குடிலைப் பாதுகாக்கவும், சண்டையிடவும், விதையையும் உணவுப் பொருள்களையும் உடைக்கவும் பயன்படுகின்றன.

ஆண் மற்றும் பெண் எறும்புகளுக்கு இறக்கைகள் இருக்கும்போது குடிலுக்கு வெளியே இனச்சேர்க்கை ஏற்படும். அவ்வாறு செல்லும்போது, சில சமயங்களில் அடுத்த குடிலிலுள்ள மற்ற எறும்புகளுடன் இனச்சேர்க்கை ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இனச்சேர்க்கைக்குப் பின், பெண் எறும்புகளின் இறக்கைகள் கீழே விழுந்துவிடும். மண்ணில் தனியாக ஒரு சிறு அறையை ஏற்படுத்தி முட்டைகளை இடும். இவ்வாழ்க்கை பல மாதங்கள் வரை நீடிக்கும். தேவையான உணவை முன்பு உடலில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருந்த கொழுப்புப் பகுதியிலிருந்தும் ஏனைய பறக்க உதவும் திசுக்கள் சீரழிவதன் மூலமும் பெற்றுக்கொள்ளும். முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் முதல் நிலைக் குஞ்சுகளுக்குப் பெண் எறும்பு, தன் உமிழ்நீர் மூலம் கூட்டுப்புழு நிலையை அடையும் வரை உணவளிக்கும்.

பெண் பணியாளர் நன்கு வளர்ந்தவுடன் மண்ணிற்கு வெளியே வந்து, வெளி உலகத்திற்கும், மண் உள்ளே இருக்கும் எறும்புகளுக்கும் தகவல் தொடர்பை ஏற்படுத்தும். வெளியே சென்று உணவைச் சேகரித்து, தன் பெற்றோர்களுக்கு அளிக்கும். பெண் எறும்புகள் பணியாளர் மற்றும் செவிலி எறும்புகளின் வாய் மூலம் உணவைப் பெற்றுத் தொடர்ந்து 15 ஆண்டுகள் வரை முட்டைகள் இடும். ஒவ்வொரு வகை எறும்பும் திட்டமிட்டுப் பல சிற்ப வடிவ முறையில் குடில்களைக் கட்டும் வல்லமைக் கொண்டது. ஆனால் குடில்களின் அமைப்புகள், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை ஒன்றி வாழும் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும். டோரிலினே இன வகை எறும்பு கற்களின் அடியிலும், மரத்துண்டு அல்லது மரங்களுக்குக் கீழும் வீட்டை அமைத்துக் கொள்ளும் அல்லது தற்காலிகமாக மற்ற எறும்புக் கூட்டினுள் வாழும். இவ்வாறு உறைவிடங்களில் மிகுதியாகக் குழிகள் காணப்படும். வீட்டின் உள்ளே மணி குழிகள் பிரிக்கப்பட்டு, நீண்ட தாழ்வாரங்கள் காணப்படும். ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் தகவல் தொடர்பு உண்டு. ஒவ்வொரு தாழ்வாரத்திலும் பல அறைகள் உள்ளன. இந்த அறைகள்,

எறும்புகளை வளர்ப்பதற்கும், தானியங்களைச் சேமிப்பதற்கும் பூசணத் தோட்டங்களை அமைப்பதற்கும் பயனாகின்றன.

எறும்பு வீடுகளின் உள்ளே தோண்டிய மண்ணை அங்குமிங்கும் பரப்பி வைக்கும் அல்லது நுழைவாயிலின் முன்னால் குவித்துவிடும். சில இடங்களில் கிண்ணம் போன்ற உருவம் கொண்ட குழிகள் காணப்படும். மலைப்பகுதிகளில் ஐரோப்பா, பார்மிகா ரூபா எறும்புகள் மண்ணினுள்ளும் காய்ந்த புல், இலை, சிறு சுள்ளி, ஊசியிலை மூலமும் கூட்டை அமைக்கும். வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் வாழும் எறும்புகள் மரத்தண்டு, இலைக்காம்பு, முள்கள், கிழங்கு ஆகியவற்றின் உள்ளே உள்ள குழிகளை உறைவிடமாக்கிக் கொள்ளும். மரப்பட்டைகளில் காய்ந்த மரங்கள், மரக்குச்சிகளில் உள்ள குழிப்பகுதிகள் ஆகியவை குடியேற உதவும். வெப்ப மற்றும் மித வெப்பப் பகுதிகளில் வாழும் எறும்புகள், மண், பட்டு நூல் ஆகியவற்றின் மூலம் வீடுகள் கட்டி மரங்களிலிருந்து தொங்கும். சிவப்பு எறும்பு (*vecophblla smaraydina*) இலைகளைக் கொண்டு, பட்டுப் போன்ற நூலாம்படையினுள் பின்னி, கூட்டுகள் ஏற்படுத்தும். இங்ஙனம் வீடு கட்டுவதற்கு, எறும்புக் குஞ்சுகள் பட்டுப் போன்ற நூலை உண்டாக்கும். பணியாளர் எறும்புகள், இந்நூலைத் தங்கள் தாடைகளின் மூலம் பிடித்துக் கொண்டு, நூலாம்படையினுள் பின்னிக் கூடு கட்டும்.

டோரிலினே குடும்ப வகை எறும்புகள் சமுதாய ஒட்டுனர் அல்லது வழி நடத்துனர்களாக செயல்புரிகின்றன. இவை வெப்ப மண்டலத்தில் மாபெரும் கூட்டமாக வாழும். உயிருண்ணியாக வாழும். இவற்றிற்குக் கண்கள் இரா. இச்சமுதாயத்தில் பல உருமாற்றங்கள் உள்ள எறும்புகள் உள்ளன. படை வீரர் எறும்பு பெரியதாகவும் பறக்க உள்ள கீழ்த்தாடைகளுடனும் காணப்படும். ஆனால் பணியாளர் எறும்பு சிறியது. பெண் எறும்பு பெரியதாகவும், குருடாகவும் இறக்கைகளற்றும் காணப்படும். அரசி எறும்பின் வயிறு பெருத்துக் காணப்படும். அடிக்கடி பெரிய முட்டைகளை இடும். ஆண் எறும்பு பெரியதாகவும் கீழ்த்தாடை அரிவாள் வடிவத்துடனும், இன உறுப்பு புதுமையாகவும் இருக்கும். இவ்வெறும்பு நிரந்தரமாக வீடு கட்டிக் கொள்வதில்லை. ஆனால் தற்காலிகமாக நீண்ட உள் உறைவிடங்களை ஏற்படுத்திக் கொள்ளும். இவ்வெறும்பு சூரிய வெளிச்சமற்ற காலத்திலும், இரவிலும் வெளியே சென்று, மற்றப் பூச்சிகளைப் பிடித்து உண்ணும். எறும்பின் குஞ்சுகளுக்கு இரை கூடுதலாகத் தேவைப்படும்போதும், எறும்பு வசிக்கும்

இடத்தை மாற்றிக் கொண்டு உணவைச் சேமிக்கும். இவ்வெறும்பு ஏனைய பூச்சி சிலந்தி வகைப் பூச்சிகளை உண்ணும்.

உடல் வளர்ச்சியிலும், பழக்க வழக்கங்களிலும் முன்னேற்றமடைந்த எறும்புகள் பூக்களின் மது அல்லது தேன், தேன்பனி (honey dew) அசுவிணிப் பூச்சிகள் உற்பத்தி செய்யும் பொருள், பூசணம், காய், கனி போன்றவற்றை உண்ணும். மெஸ்ஸர் இன எறும்பு செடிகளிலும், மண்ணிலும் உள்ள விதைகளைச் சேகரித்து உமியை நீக்கிச் சமையல் அறையில் சேமித்து வைக்கும். சில எறும்புகள் விதைகள் முளைக்காமலிருக்க விதைகளைக் கடித்து வைக்கும். சில சமயங்களில் மண் வீடுகளில் ஈரப்பதம் மிகுந்தால் விதைகளை வெளியே கொணர்ந்து சூரிய வெப்பத்தில் காய வைத்து பின்னர் அறைகளில் சேமித்து வைக்கும். வெப்பம் மற்றும் மிதவெப்ப மண்டலங்களில் வாழும் மெர்மிசினை இன எறும்புகள் தங்கள் கூடுகளில் பூசணத் தோட்டங்களை வளர்த்து உண்கின்றன. எறும்புகள் இடம் எச்சம் அல்லது கழிவுகளின் மீது பூசணம் வளரும். அரசி எறும்பு, தன் வாயினுள், பூசணத்தை இனச்சேர்க்கைப் பயணத்திற்கு முன் எடுத்துச் செல்லும். பின்னர் புதிதாக ஏற்படுத்திய வீடுகளில் அறைகளில் பூசணத்தை வெளியிடும். பூசணம் எறும்பு முட்டைகள் சிலவற்றின் மேலும் கழிவுப் பொருள்களின் மீதும் வளரும்.

பயிர்களைத் தாக்கி வாழும் பூச்சிகளுடன் எறும்புகளும் கூடி வாழும் நிலையைப் பெற்றுள்ளன. அசுவிணி, செதில்பூச்சி, கண்ணாடி இறக்கை பூச்சி ஆகியவை வெளிவிடும் தேன் பனியை எறும்புகள் உண்ணும். மேலும் மற்றப் பூச்சிகள் இனப்பெருக்கம் அடையவும் மாற்று இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லவும் பயன்படும்.

## தேனீ

20,000 - 30,000 தேனீக்கள் சமுதாயமாக நிறைந்திருக்கும். ஓர் அரசித் தேனீயும், நூற்றுக்கணக்கான ஆண் தேனீக்களும், மட்டும் இருக்கும். மற்றவை பணியாளர்த் தேனீக்களாகும். அரசித் தேனீ பணியாளர்த் தேனீக்களை விட மிகவும் பெரியவை. தேனீயின் முட்டையிடும் உறுப்பு நன்கு வளர்ச்சி அடைந்திருக்கும். இதனால் எதிரிகளைக் கொட்டி நச்சைச் செலுத்தும். இதன் முதன்மைப் பணி முட்டையிடுவதும் சமூகத்தின் இனப்பெருக்கத்தை உயர்த்துவதுமாகும். அரசித் தேனீ ஆண் தேனீயுடன் வெளியே பறந்து சென்று,

இனச்சேர்க்கை அடையும். பின்னர் தேனீ குடிலுக்குள் தங்கி, அதன் வாழ்நாள் முழுதும் முட்டைகளை இடும்.

பணியாளர்த் தேனீ மிகவும் சிறியது. இது பெண் இனத்தைச் சேர்ந்தது. இதற்கு முட்டையிடும் திறன் கிடையாது. தேனீக்களின் சமுதாயத்தில் பணியாளர்த் தேனீ பெரிதும் உழைக்கும் இயல்புடையது. இதன் தலையாயப் பணி வாழ்நாள் முழுதும், தேனீக் குடிலைப் பாதுகாத்துச் சேவை செய்வதேயாகும். இளம் பணியாளர் ஈ முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளுக்கு பாகை (royal jelly) ஊட்டி, செவிலியாகப் பணி புரியும். மேலும் குடிலைக் கட்டும் பணியை மேற்கொள்ளும். குடிலில் ஏதாவது பழுது ஏற்பட்டால் மெழுகைச் சுரந்து, சீர் செய்யும். அரசி ஈக்குத் தேவையான பணிவிடைகளைச் செய்யும். தேனீக் குடிலைச் சுகாதாரமாக வைத்திருக்கும். குடிலுக்குத் தேவையான இளவெப்பத்தைப் பராமரிக்கும். எதிரிகள் தேனீக் குடிலைத் தாக்கினால் அவற்றுடன் சண்டையிட்டு அக்குடிலைப் பாதுகாக்கும். வயது முதிர்ந்த பணியாளர்த் தேனீக்கள் வெளியே பறந்து சென்று, செடிகளிலும் பூக்களிலும் உள்ள தேன், மகரந்தம், கோந்து ஆகியவற்றைச் சேகரித்து வரும். தேனீ சமூகத்தின் பல்வேறு பணிகளைப் புரிய ஏற்றவாறு அதன் உடல் வாகு அமையப் பெற்றுள்ளது. பணியாளர்த் தேனீ அதன் இளம் பருவத்தை, தேனீக் கூண்டுகளுக்குள்ளேயும், பின் பருவத்தை வெளியே சென்று தேன் மகரந்தத்தைச் சேகரிக்கும் பணியிலும் கழிக்கும்.

தேனீச் சமுதாயத்தில் ஆண் தேனீ பணியாளர்த் தேனீயைவிடப் பெரிதாகக் கருமை நிறத்துடனும் இருக்கும். இது சமூகத்தை இனப்பெருக்கம் செய்யும் ஆற்றல் பெற்றது. இதன் கூட்டுக் கண்கள் பெரியவையாகவும் தலையின் மேற்பரப்பில் இக்கண்கள் இணைந்தும் காணப்படும். நச்சுச் செலுத்தும் கொடுக்கும் மெழுகுத்தட்டுகளும், மகரந்தப் பைகளும் இதற்கு இல்லை. இதன் முதன்மைப் பணி அரசித் தேனீயை இனச்சேர்க்கை செய்வதேயாகும்.

வாழ்க்கை. அரசித் தேனீ கருவுற்ற முட்டைகளையும், கருவுற்ற முட்டைகளையும் இடும். கருவுற்ற முட்டைகளிலிருந்து பெண் தேனீ, அரசித் தேனீ, பணியாளர்த் தேனீ ஆகியன வெளிவரும். கருவுற்ற முட்டைகளிலிருந்து ஆண் தேனீ வெளிவரும். அரசித் தேனீயை வளர்க்க தேனிடையின் கீழ்ப்பகுதியில் பெரிய செல்களை ஏற்படுத்தி முட்டையிடும். இதிலிருந்து மூன்று நாட்களில் வெளிவரும் புழுக்களுக்கு ராயல் ஜெல்லி உணவாக வழங்கப்படும். இதன் புழுப்பருவம்



5 நாள்களாகவும் கூட்டுப்புழு பருவம் 7 நாள்களாகவும் அமையும். ஒரு தேனீச் சமுதாயத்தில், அரசித் தேனீ முதுமையடையும்போது உடலின் வெளிப்புறத்திலிருந்து அரசத் திரவத்தை வெளியிடும். இதையறிந்தவுடனே புதிய அரசித் தேனீயைப் பணியாளர்த் தேனீக்கள் உற்பத்தி செய்யும். அரசத் திரவம் மிகையாகச் சுரக்கும்போது, பணியாளர் ஈக்கள், அதை உண்டு, மேலும் அதிகமான பணியாளர் ஈக்களை உற்பத்தி செய்யும். திரவம் குறையும்போது அரசிக்கான செல்கள் கட்டப்பட்டு, அரச ஈக்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

தேனீ சமுதாயத்தில் அரசித் தேனீ தாயாக விளங்கி, சமுதாயத்தின் அனைத்து நடவடிக்கைகளையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. அரசித் தேனீ வெளியே காற்றில் ஒரு முறை இரு முறை அல்லது பல முறை பறந்து சென்று, ஆண் தேனீயுடன் இனச்சேர்க்கை அடையும். ஒரு முறை இனச்சேர்க்கையடைந்து கருவுற்றால் அதன் வாழ்க்கைப் பருவமான 2 - 3 ஆண்டுகள் முட்டையிடும். ஒவ்வொரு நாளும் 500 முட்டைகள் வரை இடும். ஆனால் முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளை வளர்க்கும் உள்ளுணர்ச்சி இல்லை. குஞ்சுகளை பணியாளர் தேனீக்கள் வளர்க்கும். அரசித் தேனீ முதுமையடைந்து முட்டையிடும் திறனற்றுப் போனால், புதிய அரசித் தேனீ வளர்க்கப்படும். முதுமையடைந்த தேனீ ஏனைய தேனீக்களால் ஒதுக்கப்பட்டுவிடும்.

தேன் அடையின் கீழ்ப்புறத்தில் உள்ள செல்களில் இடப்பட்ட முட்டைகளிலிருந்து பணியாளர்த் தேனீக்கள் வளர்க்கப்படும். இச்செல் ஒவ்வொன்றும் அறுகோண வடிவத்தில் 8.25 ச.செ.மீ. அளவில் இருக்கும். தட்டையான மூடியினால் இது மூடப்பட்டிருக்கும். முட்டையிலிருந்து 3 நாள்களில் வெளிவரும் புழுக்களுக்கு முதல் மூன்று நாள்களுக்கு மட்டும் ராயல் ஜெல்லி வழங்கப்படும். ஏனைய மூன்று நாள்களுக்குத் தேனும் நன்கு செரிக்காத மகரந்தமும் கலந்த, தேனீ உணவு வழங்கப்படும். பணியாளர்த் தேனீக்கள் 48 - 80 நாள்கள் வாழும். இவை தேனீக் குடிவைப் பராமரிக்கும் பணியைச் செய்யும். பணியாளர்த் தேனீக்கள் பிறந்தது முதல் இறக்கும் வரை உணவைச் சேகரிக்கும். இளம் குஞ்சுகளுக்கு 4 நாள்கள் வரை ராயல் ஜெல்லியைச் சுரந்து கொடுக்கும். மற்றத் தேனீக்கள் கொண்டு வரும் தேனை, மழுக்க வைத்து, அடையின் செல்களில் மூன்றாம் வாரத்தில் சேகரித்து வைக்கும். முதிர்ந்த பணியாளர்த் தேனீக்கள் தேனீக் குடிலுக்குள்ளே இருந்துகொண்டு 33° - 35°C வெப்பத்தைப் அ.க.15-57அ

பராமரிக்கும். மூன்று வாரங்களுக்குப் பின் தேனையும் மகரந்தத்தையும் சேகரிக்க வெளியே செல்லும்.

ஆண் தேனீ, பருவத்தைப் பொறுத்து அதிக அளவில் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படும். ஆண் தேனீயின் செல், குவியாடி வடிவத்துடன் நடுவில் துளையுடன் காணப்படும். முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த 3 நாள்கள் வரை குஞ்சுகளுக்கு ராயல் ஜெல்லியும், அடுத்த 4 நாள்களுக்குத் தேனீ ரொட்டியும் வழங்கப்படும். இதன் கூட்டுப்புழுப் பருவம் 13 நாள்கள். ஆண் தேனீயின் வாழ்காலம் 60 நாள்களாகும். தேனீயுடன் இனச்சேர்க்கையடைந்த ஆண் தேனீ உடனே இறந்துவிடும்.

தேனீயின் உணவு தேடும் முறைகள். சூரிய ஒளி, வெப்பத்தைப் பொறுத்து காலை 7 மணி அல்லது 8 மணியிலிருந்து சூரியன் மறையும் வரை தேனீ மகரந்தம், தேன், நீர் கோந்து ஆகியவற்றைச் சேகரித்துக் கொண்டு வரும். உணவை முதன் முதலில் தேடிக் கண்காணித்துச் செல்லும். தேனீக்களுக்குச் சாரணர் தேனீக்கள் என்று பெயர். உணவைக் கண்டுபிடித்தபின், சாரணர் தேனீ, தேனீக் கூட்டிற்குத் திரும்பி வந்து பலவிதங்களில் நடனமாடி உணவு இருக்கும் திசையை அறிவிக்கும். இதை உணர்ந்த ஏனைய தேனீக்கள் அந்த திசையில் கூட்டமாகச் சென்று உணவின் இருப்பிடத்திற்குச் செல்லும். தேனீக்களுக்கு அதிகமான உணவு காணப்பட்டால் உடலிலிருந்து ஒருவித நீர்மத்தைச் சுரந்து மணம் பரப்பி பிற தேனீக்களை அழைக்கும். தேனீ 100 - 1500 மீ. பறந்து சென்று உணவைச் சேகரிக்கும். சாதாரணமாக பகல் வெப்பம் 25° - 27°C இருக்கும்போது, தேனீ கூடுதலான உணவைச் சேகரிக்கும்

செயல்பாடு. ஒவ்வொரு தேனீக்குடிலுக்கும் ஒரு தனி மணம் உண்டு. வெளியே உணவு சேகரிக்கச் சென்ற பணியாளர்த் தேனீ அதை முகர்ந்து, தன் குடிலுக்கே வந்து சேரும். நவம்பர் - மார்ச்சில் தாவரங்களில் கூடுதலான தேன் இருக்கும்போது தேனீ கூட்டமாகப் பறந்து செல்லும். உணவுப் பொருள் மிகுந்திருக்கும்போது, தேனீக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும். பின்னர் அவை சிறு சிறு கூட்டங்களாகப் பிரிந்து சென்று அதிகரிக்கும்போதும், இனப்பெருக்கத்திற்கு வசதியற்ற இடம், காற்றோட்ட மின்மைக் காரணமாக, தேனீக் கூட்டங்கள் தனித்தனியாகப் பிரியும். புதிதாக அமையப் போகின்ற சமுதாயத்திற்குக் குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறியாகத் தேன் அடையின் இருபுறமும் உள்ள செல்களிலிருந்து ஆண் தேனீக்கள் உற்பத்தியாகும். தேன் அடையின் கீழ்ப்பகுதியில் கருவான முட்டைகளை

இட்டு, அதுமிருந்து அரசித் தேனீக்கள் உண்டாகும். ஒளி மிகுந்த நாளில் 9 மணி அளவில் தேனீக்களில் சில இடவென்று அதிர்ச்சியடைந்த நிலையில் சுற்றிச் சுற்றி வரும். உடனே முதிர்ந்த அரசித் தேனீ, ஆண் தேனீக்களில் பெரும்பாலானவை பறந்து வந்து, மரக்கிளைகளிலும், அல்லது புதர்களிலும் தங்கிக் தலைகீழாகத் தொங்கும். உடனே சாரணர் தேனீக்கள், புதிதாகக் குடிவமைக்கும் இடத்தைக் கண்காணித்து வந்து, புதிய குடிவலை அமைக்க உதவும். இவ்வாறு அலமக்கப்பட்ட தேனீச் சமுதாயத்தை முதற் கூட்டத் தேனீப்படை (primary swarm) எனலாம். முதற் சமுதாயத்தில் தேனீக்களின் எண்ணிக்கை கூடுதலாக இருந்தால், புதிய அரசித் தேனீ, பிரிந்து சென்று இரண்டாம் தேனீக்கூட்டத்தை ஏற்படுத்தும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு அரசித் தேனீயும் முதற்சமுதாயத்தில் உள்ள தேனீக்கள் குறையும் வரை, சிறு சிறு கூட்டங்களாகப் பிரிந்து செல்லும். ஒவ்வொரு முதற் சமுதாயத்திலிருந்தும், பிரிந்து இரண்டு அல்லது மூன்று சமுதாயத்தை ஏற்படுத்தும். முதற் சமுதாயத்தின் எண்ணிக்கை வலிமையற்று இருந்தால் அரசித் தேனீக்கள் உற்பத்தியாகும் செல்கள் அழிக்கப்படும்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் சட்டம்

ஒரு நாட்டில் உள்ள தேவையற்ற பயிர்கள், களைகள், பூச்சிகள், நோய்கள் ஆகியன பிற நாடுகளுக்குப் புகாமலும், பரவாமலும் தடுத்து நிறுத்துவனவே, பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒழுங்குமுறைச் சட்டங்களாகும்.

முற்காலத்தில் கடல் வழியே பயணம் செய்தோர், புதிய நாடுகளைக் கண்டுபிடித்தபோது, புதிய பூச்சிகளையும் நோய்களையும், களைகளையும் கொண்டு வந்தனர். தற்காலத்தில் அனைத்துலக நாடுகளில் ஏற்பட்டு வரும் வணிகம் வழியாகவும், புதிய பூச்சிகள் நாட்டிற்குள் வருகின்றன. அவ்வகையில் ஆப்பிரிஸ் தோன்றும் பஞ்சு போன்ற செதில்பூச்சி, முடி மிகுந்த அசுவுணி, சான் ஜோஸ் செதில்பூச்சி, உருளைக்கிழங்கின் பொன்னிற நூற்பழு, பெரும் உருவமுள்ள ஆப்ரிக்க நத்தை ஆகியவை இந்தியாவினுள் நுழைந்துள்ளன.

அமெரிக்காவில் 1860ஆம் ஆண்டில் புதிய திராட்சை வகைகளைப் புகுத்தியதன் பயனாகப் பில்லோக்சிரா என்னும் புதிய பூச்சியும் தோன்றியது. இதனைக் கட்டுப்படுத்த

சட்டங்கள் இயற்றப்பட்டன. 1873ஆம் ஆண்டு ஜெர்மானியர்கள் அமெரிக்காவிலிருந்து திராட்சையின் பில்லோக்சிரா பூச்சி ஜெர்மனியில் நுழையாமல் இருக்க, முதன் முறையாகச் சட்டத்தைப் புகுத்தினர். 1881ஆம் ஆண்டில் பல ஐரோப்பிய நாடுகள் ஒன்று கூடி இப்பூச்சி தாக்கிய செடிகள் ஒவ்வொரு நாட்டிற்கும் பரவாமல் தடுக்கச் சட்ட ஒழுங்கு முறைகளைக் கடைப்பிடிக்க ஒப்புக் கொண்டன. 19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஆப்பிரிஸ் மரங்களில் தோன்றிய சான்ஜோஸ் செதில் பூச்சி அமெரிக்காவில் பரவாமல் தடுக்க, 1905ஆம் ஆண்டில் முதல் கண்காணிப்புச் சட்டமாகப் பெபெரல் பூச்சிகள் சட்டம் அறிவிக்கப்பட்டது.

இந்தியாவில் 1914ஆம் ஆண்டில் இந்திய அரசின் பொருளாதாரத்தைச் சீர்குலையச் செய்யும் பூச்சிகள், பெருவாரி நோய்களைத் தடுக்கும் சட்டம் (The Government of India Destructive Insects and Pests Act of 1914) புகுத்தப்பட்டது. இதன் முதன்மை நோக்கம் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகள் பரவாமல் தடுப்பதேயாகும். பின்னர் 1971ஆம் ஆண்டில், இச்சட்டத்திற்கு விரிவான ஆணைச்சட்டச் சேர்க்கை புகுத்தப்பட்டது. முதன்முறையாகத் தமிழ்நாட்டில் 1919ஆம் ஆண்டில், சென்னை வேளாண்மைப் பூச்சிகள் மற்றும் நோய்கள் பற்றிய சட்டம் (The Madras Agricultural Pests and Diseases Act) இயற்றப்பட்டு, நடைமுறைக்கு வந்தது. அனைத்துலக வணிகம் காரணமாகப் பூச்சிகளும் நோய்களும் அதிகரித்தாலும் பூச்சி நோய்க் கண்காணிப்பு மற்றும் தடுப்புச் சட்டங்கள் புகுத்தப்பட்டு பூச்சிகள் பெருமளவில் குறைக்கப்பட்டுள்ளன.

அனைத்து நாடுகளிலும் இயற்றப்பட்ட பூச்சிகள் கண்காணிப்பு மற்றும் தடுப்புச் சட்டங்களை ஐந்து பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை வெளிநாடுகளில் காணப்படும் பூச்சி, நோய், களை ஆகியன பிற நாடுகளுக்குள் புகுந்து பரவாமல் தடுக்கும் சட்ட ஒழுங்கு முறைகள், வெளி நாட்டிலிருந்து தாய்நாட்டில் எதிர்பாராமல் புகுந்து பரவி வளர்ச்சியடைந்த பூச்சி, நோய், களை ஆகியன நாட்டின் ஒரு பகுதியிலிருந்து நாட்டின் ஒரு பகுதியிலிருந்து பிற பகுதிக்குப் பரவாமல் தடுக்கச் சட்ட ஒழுங்கு முறைகள், நாட்டில் நன்கு பரவி வளர்ச்சியடைந்த பூச்சி, நோய், களை ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த, பயிர்ப் பாதுகாப்பு முறைகளைக் கட்டாயமாகச் சட்டங்கள் மூலம் விவசாயிகள் மேற்கொள்ளுதல், பூச்சிக்கொல்லிகளில் கலப்படம் ஏற்படாமல் தடுக்க ஏற்படுத்தப்பட்ட சட்டங்கள் என்பன.



**கண்காணிப்பு மையங்கள்.** விமான நிலையம், கப்பல் துறைமுகங்களில், கண்காணிப்பு மையங்கள் ஏற்படுத்திப் பூச்சிகளையும் நோய்களையும் கண்காணித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். பூச்சி, நோய் ஆகியன உணவுப் பொருள்களிலும் பயிர்ச் செடிகளிலும் காணப்பட்டால் நுழைவாயிலேயே அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

**கண்காணிப்பு மைய விதிமுறைகள்.** பூச்சிகள் பொருளாதாரத்தைப் பாதிக்கின்றனவா என்று கவனிக்க வேண்டும். பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த தேவையான செயல் முறைகளை அறிய வேண்டும். பூச்சிக் கண்காணிப்பில் வெளிநாட்டிலிருந்து வரும் பூச்சியின் மீது பெருங் கவனத்துடன் இருக்க வேண்டும். வெளிநாட்டுப் பூச்சிகள் புதிய நாட்டில் எவ்வாறு அவற்றின் பண்புகளை மாற்றிக் கொள்கின்றன என்பதை அறிய வேண்டும். புதியனவாகப் புகுத்தப்பட்ட பூச்சிகள், அவற்றின் இயற்கை எதிரிகளுடன் வருவதில்லை. இதனால் புதிய நாட்டில் பெரும் சிக்கல் உருவாகிறது.

கண்காணிப்பு மூலம் பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாளும் வேளாண்மைப் பயிர், காடு, தோட்டக் கலைப்பயிர், சேமிப்புத் தானியம், கால்நடை, சேமிப்புத் தானியங்களை வைக்கும் கட்டிட வடிவமைப்பு, மூங்கில் மற்றும் மரங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளைப் பற்றிய வாழ்க்கை வரலாறு, பூச்சிகளில் வகை, அவை வாழ்வதற்கேற்ற சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை இவற்றை அறிய வேண்டும். கண்காணிப்பு மையம் அமைக்கும்முன், மற்ற வழிகளால் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த முயல் வேண்டும். கண்காணிப்பு மையத்தால் மட்டும் பூச்சிகள் நாட்டிற்குள் புக முடியாது, அல்லது பரவாது என்னும் நிலை தேவைப்படின் அதை ஏற்படுத்த வேண்டும். கண்காணிப்பு மையம் அரசுக்கும், அரசு சார்ந்த நிறுவனங்களுக்கும், பொது மக்களுக்கும் பயன்தருமாறு அமைய வேண்டும். மையம் ஏற்படுத்திய பின், பூச்சிகளின் புதிய வாழ்க்கை நிலை, எவ்வெவ் செயற்கை முறை அல்லது கருவிகளால் அவை பரவுகின்றன என்பதை அறிந்து சீரிய முறையில் ஒழுங்குபடுத்த வேண்டும். பூச்சிகள் தாக்கும் உணவு வகை, பிற பொருள்களை அவற்றின் தாக்குதல் இல்லாமல் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்ல வழிவகைகள் ஏற்படுத்த வேண்டும். கண்காணிப்பு மையம் ஏற்படுத்துவதற்கு முன், பூச்சி நோய் ஆகியன எந்த அளவு அழிவு விளைவித்துள்ளன என்று தீவிரமாகக் கண்காணிப்பும் செய்ய வேண்டும்.

பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் சட்டம் 901  
கண்காணிப்பு மையம், குறிப்பிட்ட பூச்சி நோயைக் கண்காணிக்க வேண்டும். எவ்வெவ் பகுதிகளில் ஒழுங்கு முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும் என்று வரையறுக்க வேண்டும். எவ்வெவ் பொருள்கள் மீது எவ்வெவ் அடிப்படைக் காரணங்களால், ஒழுங்குமுறை விதிகளைச் செலுத்த வேண்டும் என்று கண்காணிக்க வேண்டும். பூச்சி தோன்றிய பகுதிகளின் ஓரங்களில் மட்டும் இந்தச் செயல்முறைகளை மேற்கொண்டால் செலவு குறையுமாறு வாய்ப்பை உருவாக்க வேண்டும்.

தேவையான பயிர் பாதுகாப்பைச் செய்த பின்பு ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குப் பொருள்களை அனுப்ப வேண்டும். பொருள்கள் பூச்சி, நோயின் தாக்குதலிலிருந்து விடுபட்டிருக்க வேண்டும். ஒழுங்கு முறைப்படுத்தப்பட்ட பகுதிகளில், குறிப்பாகப் பூச்சிகளும் நோய்களும் தாக்காத பகுதிகளில் அப்பொருள்களைத் தயார் செய்திருக்க வேண்டும். மேலும் அப்பொருள்கள் மூலம் பூச்சிகளும் நோய்களும் பரவ வாய்ப்பில்லை என்று சான்றளிக்க வேண்டும்.

பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் உள்ள பொதுமக்கள் அல்லது அமைப்புகள் அல்லது மக்கள் பிரதிநிதிகள் மூலம் பரிந்துரைகளைக் கேட்டறிந்து கண்காணிப்பு மையம் ஏற்படுத்த வேண்டும். தேவைப்பட்டால் மக்களின் கருத்துக்களைக் கேளாமலேயே, கண்காணிப்பு மையத்தை அவசர நிலையைக் கருதி அமைக்கலாம்.

இந்தியாவில் சென்னை, மும்பை, கல்கத்தா, புதுடெல்லி விமான நிலையங்களிலும், சென்னை, மும்பை, கொச்சின், விசாகப்பட்டினம், கல்கத்தா கப்பல் துறைமுகங்களிலும் கண்காணிப்பு மையங்கள் ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இம்மையங்கள் வெளிநாட்டிலிருந்து வரும் பொருள்களையும், பயிர்களையும் 1914ஆம் ஆண்டு சட்டத்தின் கீழ் பரிசோதனை செய்கின்றன. வெளி நாட்டிலிருந்து வரும் ஒவ்வொரு பொருளிலும் பூச்சிகளும் நோய்களும் இல்லையென்று சான்றிதழ் இணைக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். இச்சான்றிதழ் பொருள்கள் ஏற்றுமதி செய்யும் ஒவ்வொரு மாதில் அரசின் வேளாண்மைத் துறையின் மூலமும் வழங்கப்பட வேண்டும். கண்காணிப்பு மையத்தில் சோதனை செய்யப்பட்டு, அப்பொருள்களில் நோய்களோ, பூச்சிகளோ காணப்பட்டால் உடனே நச்சு வளிமம் செலுத்தி அவற்றை அழிக்கலாம் அல்லது பூச்சிக்கொல்லிகளைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்தலாம். காப்பிக் கொட்டையிலும், மெக்கிகன் பருத்திக் காயிலும்,

மேற்கிந்தியக் கரும்பிலும் தோன்றும் கூன் வண்டுகள் இந்தியாவிலுள் புகாவண்ணம், கண்காணிப்பு மையங்கள் தீவிர சோதனை செய்கின்றன. மேலும் உருளைக்கிழங்கு, ரப்பர் விதை ஆகியவையும் கடுஞ்சோதனைக்குள்ளாகின்றன. இந்தியாவிலிருந்து ஏற்றுமதி செய்யப்படும் மிளகு, புளி, ஏலக்காயுடன் சான்றிதழ்கள் இணைக்கப்பட வேண்டும். 1946ஆம் ஆண்டில் இந்தியாவில் மைய அரசின் பயிர்ப்பாதுகாப்பு மற்றும் கண்காணிப்பு இயக்குநர் அகம் (Central Directorate of plant protection and quantive) ஏற்படுத்தப்பட்டது. அதற்கு முன்னர், கங்கத் துறை அதிகாரிகள் பூச்சிகளையும் நோய்களையும் கண்காணிக்கும் பணிகளை மேற்கொண்டிருந்தனர்.

**பூச்சிகளை அழித்தல்.** பூச்சிகள் நாட்டிற்குள் புகுந்த உடனேயே இம்முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இம்முறைக்குப் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், அறிவியல் நுணுக்கங்களும் தேவைப்படும். இம்முறையின் மூலம் மையத் தரைக்கடல் நாடுகளில் தோன்றிய பழ ஈக்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டன.

**பூச்சிகளைப் பிடித்துக் கொல்லுதல்/அடங்குதல்.** பூச்சிகள் தாக்கிய பகுதிகளில், தேவையான பயிர்ப் பாதுகாப்பு அல்லது ஏனைய உயிரினங்களின் மூலம் கட்டுப்படுத்தலை மேற்கொள்ள வேண்டும். ஜிப்சி அந்துப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தப் பூச்சி தோன்றிய பகுதிகளில் பயிர்ப் பாதுகாப்பு முறைகளை மேற்கொண்டனர்.

**பூச்சிகளை நசுக்குதல்.** இம்முறை மூலம் தமிழ்நாட்டில் தடுப்புச் சட்டத்தின் கீழ், சில பூச்சிகள் அறவே நசுக்கப் பட்டன. இதற்கான செலவை முதலில் அரசே ஏற்று, பின்னர் விவசாயிகளிடமிருந்து பெற்றது. தென்னையின் கருந்தலைப்புழு 1923ஆம் ஆண்டில் ஆந்திரத்தின் கிருஷ்ணா, குண்டூர் ஆகிய மாவட்டங்களில் தோன்றியது. பின்னர் கர்நாடகத்திலும் தமிழ்நாட்டிலும் பரவியது. எனவே பூச்சிகள் தடுப்புச் சட்டத்தின் கீழ், பயிர்ப் பாதுகாப்பு மேற்கொண்டும், ஒட்டுண்ணிகளையும் உயிருண்ணிகளையும் கொண்டும் கருந்தலைப்புழுவைக் கட்டுப் படுத்தினர். வாட்டில் மரத்தில் தோன்றிய ப்ளூட்டட் செதில் பூச்சி, முதலில் நீலகிரியில் 1928ஆம் ஆண்டில் காணப்பட்டது. இப்பூச்சி மேலும் பரவாமல் தடுக்க, வெடேலியா வண்டுகள் விடப்பட்டன. இவ்வண்டுகள் செதில் பூச்சிகளை உண்டு, அவற்றின் எண்ணிக்கையைப் பெருமளவில் குறைந்தன.

காப்பிக்கொட்டை வண்டு 1927ஆம் ஆண்டில் கிழக்கு ஆப்ரிக்காவிலிருந்து வந்த காப்பிக் கொட்டையில் காணப்பட்டது. காங்கோவிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்பட்ட அராபிக்கா காப்பிக்கொட்டையிலும் இவ்வண்டுகள் காணப்பட்டன. உடனே நச்சு வளிமம் கொண்டு இவ்வண்டுகள் கொல்லப்பட்டன. தமிழ்நாடு, கர்நாடகா, திருவனந்தபுரம், கூர்க், கொச்சின் பகுதிகளில் தீவிர கண்காணிப்புப் பணிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுக் காப்பிக் கொட்டை வண்டுகள் தடுக்கப்பட்டன. கரும்பின் நுனித்தண்டுப் புழுவின் அழிவு 1958ஆம் ஆண்டில் திருச்சிராப்பள்ளி, சேலம், கோயம்புத்தூர் மாவட்டங்களிலும் தோன்றியது. பூச்சித் தடுப்புச் சட்டத்தின்படி பூச்சிகள் தாக்கிய கரும்புகளை எரித்துப் பூச்சிகள் மேலும் பரவா வண்ணம் தடுக்கப்பட்டன.

கால்நடைகளில் தோன்றும் ஈ, குதிரை, பன்றி, ஆடுகளின் குருதியை உறிஞ்சித் தீங்கு விளைவித்தன. 1943ஆம் ஆண்டில் ஆந்திரத்தில் இந்நிலை பெருமளவில் காணப்பட்டது. தர்ப்பூசணிப் பழங்களிலும் நிலக்கடலைப் புண்ணாக்கிலும் இந்த ஈக்கள் பெருகின. பூச்சித் தடுப்புச் சட்டத்தின்படி, ஆந்திரத்தில் நிலக்கடலை புண்ணாக்கைத் தவிர்த்தமையால் இவற்றின் பெருக்கம் குறைக்கப்பட்டது.

1918ஆம் ஆண்டில் கம்போடியாப் பருத்தியில் புள்ளிக்காய்ப்புழு, இளஞ்சிவப்புக் காய்ப்புழு, தண்டுக்கூன் வண்டு ஆகியவற்றால் பேரழிவு விளைந்தது. தொடர்ந்து இரண்டு அல்லது மூன்று ஆண்டுகளில் பருத்தி பயிரிட்டு வந்தமையால் இப்பூச்சிகள் பெருகத் தொடங்கின. 1919ஆம் ஆண்டில் சேலம், திருச்சிராப்பள்ளி, மதுரை மாவட்டங்களில், பூச்சித் தடுப்புச் சட்டம் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டது. இதன் மூலம் கடந்த ஆண்டில் பயிர் செய்யப்பட்ட பருத்திச் செடிகளை ஜூலை மாதத்திற்குள் களைந்து எரித்துவிட வேண்டும் என்றும், அடுத்து வரும் பருத்தியை செப்டம்பர் முதல் நாளுக்குள் விதைத்து முடித்துவிட வேண்டுமென்றும் வலியுறுத்தப்பட்டது.

தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் 1930ஆம் ஆண்டில் முதலில் சிவப்புக் கம்பளிப்புழு தோன்றி, பின்னர் ஏனைய மாவட்டங்களுக்கும் பரவி, நிலக்கடலையில் அழிவு விளைவித்தது. பூச்சித்தடுப்புச் சட்டத்தின்படி நிலக்கடலைப் பயிர் மட்டுமன்றி, பருத்தி, கம்பு, சோளம், ராகிப்பயிர் களையும், இப்புழு தாக்கியமையால் அனைத்துப் பயிர்களிலும் பூச்சிக்கொல்லிகள் தெளிக்கப் பரிந்துரைக்கப் பட்டது. கோடை உழவு செய்து, பூச்சிகளின் கூட்டுப்



## பூச்சிகளைத் தாக்கும் நுண்ணுயிர் நோய்

மனிதனைப் போலவே பூச்சிகளும் இயற்கையாகவே நோய்வாய்ப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 1000 வகையான நோய்கள் பூச்சிகளைத் தாக்குவது கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கவை நச்சுயிரி, பாக்டீரியா, பூசண நோய்களாகும். பயிர்ப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தவல்ல சில நுண்ணுயிர் நோய்கள் இங்கு கொடுக்கப்படுகின்றன.

**நச்சுயிரி.** பூச்சிகளைத் தாக்கும் 300 வகையான நச்சுயிரி நோய்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இதனால் தாக்கப்பட்ட புழுக்களால் உணவு உட்கொள்ள முடியாது. இதன் உடல் அடிப்பகுதி இளஞ்சிவப்பாக மாறியிருக்கும். இறப்பதற்கு முன் புழுக்கள் செடி அல்லது மரக்கிளைகளின் உச்சிக்கு சென்று, கால்களால் பிடித்துக் கொண்டு தலைகீழாகத் தொங்கி இறந்துவிடும்.

இறந்த புழுக்களின் உடலிலிருந்து சளி போன்ற நீர்மம் வெளிப்படும். அதில் நச்சுயிரிகள் மிகுந்து காணப்படும். இறந்த புழுக்களின் மொத்த உடல் எடையில் 30% இந்நுண்ணுயிரிகளேயாகும். இறந்து கிடக்கும் 250 - 300 புழுக்களைச் சேகரித்து அதை 1 ஏக்கர் பயிருக்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம்.

**நச்சுயிரி தாக்கி அழிக்கும் பூச்சிகளில் முதன்மை யானவை** பருத்தி, வாழை, தக்காளி, ஆமணக்கு, சூரியகாந்தி, நிலக்கடலை, புகையிலை போன்ற பயிர்களைத் தாக்கும் புரோடீனியா, துவரை, அவரை, பருத்தி, சூரியக்காந்தி, கொண்டைக்கடலை, சோளம் போன்ற பயிர்களைத் தாக்கும் ஹீலியோதிஸ், நிலக்கடலைச் சிவப்புக் கம்பளிப்புழு போன்றவை. பூச்சி மருந்துகளால் எளிதில் கட்டுப்படுத்த முடியாத மேற்காணும் மூன்று பூச்சிகளையும் அழிக்க இந்நோய் நுண்ணுயிரிகளையே பயன்படுத்த வேண்டும்.

**பாக்டீரியா.** 100 வகை பாக்டீரியாக்கள் பூச்சிகளில் நோய் உண்டாக்குகின்றன. அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கது பேசில்லஸ் துரின்ஜியென்சிஸ் (bacillus thuringiensis) என்பதாகும். இது 500 வகையான பூச்சிகளைத் தாக்கி நோய் உண்டாக்குகின்றது. தாக்கப்பட்ட பூச்சிகளால் மிகுதியாகச் செயல்பட முடியாது. இவற்றின் வாயிலிருந்தும், உடலின் பின்பகுதியிலிருந்தும் ஒருவித நீர்மம் வெளிவரும். உடல் முழுதும் கறுப்பு நிறமாகிவிடும். பருத்தி அமெரிக்கன் காய்ப்புழு, இளஞ்சிவப்புக் காய்ப்புழு, எலுமிச்சை வண்ணத்துப்பூச்சி, ஆமணக்கு, காவடிப்புழு,

புழுக்களைச் சேகரித்து அழிக்கவும் பூச்சியின் முட்டைக் குவியல், புழுக்களைச் சேகரித்து அழிக்கவும் கோடை மழை பெய்தவுடன் மாலை 6 - 7 மணி அளவில் விளக்குப் பொறி, சொக்கப் பாணை வைத்துத் தாய்ப்பூச்சிகளைக் கவர்ந்து அழிக்கவும், வயலைச் சுற்றிக் குழி வெட்டிக் குழிகளில் எருக்கம் இலை இட்டு, குழிகளில் விழும் புழுக்களை அழிக்கவும், இளம் புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்த B.H.C 10% மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி. வீதம் தூவவும் பூச்சித்தடுப்புச் சட்டம் செயல்படுத்தப்பட்டது.

காப்பியில் தோன்றிய தண்டுத் துளைப்பாணைக் கட்டுப்படுத்த 1946ஆம் ஆண்டு அறிவிக்கப்பட்ட சட்டம் சேலம், கோயம்புத்தூர், நீலகிரி, மதுரை மாவட்டங்களில் இன்றும் உள்ளது. இச்சட்டத்தின்படி காப்பிச் செடிப் புதர்களில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் டிசம்பர் 15ஆம் நாளுக்குள் தண்டுத் துளைப்பாணை தாக்கிய பகுதிகளை வெட்டி அழித்துவிட வேண்டும். வெட்டிய பகுதிகளில் B.H.C 10% மருந்தை ஏப்ரல் - மே மாதங்களிலும் அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களிலும் தடவிவிட வேண்டும். இதனால் வண்டுகள் முட்டையிடுவது தவிர்க்கப்படும்.

பூச்சிகொல்லிகளில் கலப்படம் ஏற்படாமலும், தவறான பெயர்களில் விற்கப்படாமலும் தடுக்கும் சட்டத்தின் மூலம், பூச்சிகொல்லி தயாரிக்கும் நிறுவனங்கள், பூச்சிகொல்லியின் பெயர், மூலப்பொருள் அல்லது வீரிய மருந்து, பிற பொருள்கள் ஆகியவற்றை முன்கூட்டியே பதிவு செய்ய வேண்டும். மருந்துக் குப்பியில் உள்ள மருந்தின் கொள்ளளவு பயன்படுத்த வேண்டிய முறை ஆகியவற்றை அட்டையில் அச்சடித்து ஒட்ட வேண்டும். அத்துடன் பேரிடரைக் குறிக்கும் நஞ்சு என்னும் சொல்லும் மண்டையோடும் இரண்டு எலும்புகளும் குறுக்கே வைக்கப்பட்டாற்போல் அச்சடிக்கப்பட வேண்டும். பூச்சிகொல்லிக்ருிய முறிவு மருந்தும் குறிக்கப்பட வேண்டும். மேலும் ISI முத்திரையும் இருக்க வேண்டும். இதனால் பூச்சிக்கொல்லியின் வீரிய மருந்தின் அளவு குறையாமல் பராமரிக்க முடிகிறது. பூச்சிக்கொல்லிகளைத் தெளிப்போர், தூவுவோர், நச்சு ஆவி செலுத்துவோர் பூச்சிகொல்லியைத் தவறான வழிகளில் பயன்படுத்தினால் தீங்கு நேரிடலாம். இதனால் பூச்சிகொல்லியைப் பயன்படுத்தும் முறைகளையும் பயன்படுத்தக்கூடா நிலைகளையும் தெளிவுபடுத்த வேண்டும்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

முட்டைக் கோஸ், காவடிப்புழு ஆகியவற்றைப் போசில்லஸ் பாக்டிரியா கட்டுப்படுத்துதல்.

**பூசணம்.** பூச்சிகளை 500 வகையான பூசணங்கள் தாக்குகின்றன. தென்னைக் காண்டாமிருக வண்டின் புழுக்களையும், கரும்புப் பைரில்லா பூச்சிகளையும் அழிக்கவல்லது. மெட்டாரைசியம் (metarhizium) எனும் பச்சைநிறப் பூசணமாகும். காஃபி பச்சை செடிகள் பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்துவது வெர்டிசீலியம் (verticillium) எனும் வெள்ளைப் பூசணம் ஹீலியோதில் புழு, ஆமணக்கு காவடிப்புழு, நெல் புகையான் போன்ற பூச்சிகளை அழிக்கும்.

**புரோட்டோசோவா.** ஒரு செல் விலங்கினத்தைச் சேர்ந்த இது ஏறக்குறைய 200 வகையான பூச்சிகளில் நோயை உண்டாக்குகிறது. அவற்றுள் முதன்மையானவை மாவு வண்டுகளும் வெட்டுக்கிளிகளுமாகும். நோய் நுண்ணுயிரிகளைக் கொண்டு பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை தற்போது பரவலாகி வருகிறது. இந்நுண்ணுயிரிகள் மனிதனுக்கோ, பிற உயிரினங்களுக்கோ தீங்கு விளைவிப்பதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இயற்கையிலேயே இருக்கும் இவற்றை மேலும் ஊக்கப்படுத்தி வளர்க்க வழிமுறைகள் உள்ளன.

என். தண்டபாணி

மனிதனுக்கு உடல் நலத்துறையிலும், பொருளாதாரத் துறையிலும் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய எத்தாவர அல்லது விலங்கினத்தையும் இடர்தரும் இனம் (pest) எனலாம். இடர்தரும் பூச்சிகளும் பெரும்பாலானவை முதுகெலும்பற்ற வையாகும். அவற்றுள் முதன்மையானவை, முதற்தோன்றி (protozoa), நூற்பழு (nematode), சிலந்தி (mite), தட்டைப்புழு, நத்தை ஆகியன.

**வரலாறு.** கேடு விளைவிக்கும் பூச்சிகளைக் கொல்லும் முதல் முயற்சியில் நச்சுப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. 1763இல் பிரான்சில் புகையிலைத் தூள் அசுவுணிப் பூச்சியை அழிக்க உதவும் என்று தெரிய வந்தது. 19-ஆம் நூற்றாண்டில் மற்ற இயற்கைவழிப் பொருள்களான கிநோடின் ரோடினோன், பெட்ரோலியம், மண்ணெண்ணெய், மரத்தார், டர்பன்டைன் ஆகியன சிறந்த பூச்சி கொல்லிகள் எனும் கருத்து தோன்றியது. இதே நூற்றாண்டில் பாரிஸ்பச்சை (paris green), சுண்ணாம்பு-சுந்தகம் (lime-sulphur), போர்டோ கலவை (bordeaux mixture HCN) மற்றும் காரீய ஆர்சனேட் ஆகிய கனிமச் சோமங்கள் பூச்சி கொல்லித் துறையில் புகுத்தப்பட்டன.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பல கரிமச் சேர்மங்கள் ஒழிப்புத் துறையில் சிறந்து விளங்கின. டைரைட்ரோஃபீனால் போன்ற சேர்மங்கள் இதற்கு முன்பே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன என்றாலும், DDT, BHC ஆகியவற்றின் பூச்சி கொல்லும் திறன் அறியப்பட்ட பின்னரே பூச்சிகளின் இடர் அற்ற வேளாண்மை உருவாகியது. 1930 - 40 ஆண்டுகளில் பயிர்வகை ஹார்மோன்கள் (plant hormones) பற்றிய ஆய்வுகளின் விளைவாக 2, 4 - D (2, 4 டைகுளோரோஃபீனாக்சி அசெட்டிக் அமிலம்) எனும் களைக்கொல்லி (herbicide) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. DDT (டைகுளோரோ டைஃபீனைல்டிகுளோரோ ஈதேன்) எனும் புகழ்பெற்ற பூச்சி கொல்லியும் 2, 4 D-யும் வணிக அளவில் வேளாண்மையில் ஈடுபடுத்தப்பட்டது. இவ்வேதிப் பொருள்களின் வருகையைத் தொடர்ந்து பல புழுக் கொல்லிகள், பூசணக்கொல்லிகள், சிறுசெடிக் கொல்லிகள் பயிர் வளர்ச்சி திருத்திகள் (plant growth regulatros) ஆகியவையும் புகுத்தப்பட்டன.

பூச்சி கொல்லிகளாகப் பிற விலங்கினங்களைப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் பண்டைக் காலந்தொட்டு நிலவி வந்துள்ளது. தழையை அரித்துண்ணும் பூச்சிகளை ஒழிப்பதற்குச் சீனர்கள் சூறையாடும் வகை எறும்புகளைப் (predacious ants) பயன்படுத்தி வந்தனர். 1762ஆம் ஆண்டு மோரிஷியஸ் தீவில் சிவப்பு வெட்டுக்கிளியைக்

## பூச்சிகொல்லி

பயிர் வளர்ச்சிக்குக் கேடு தரும் பூச்சிகளை அழிக்கவல்ல வேதிப் பொருள்கள் பூச்சி கொல்லிகள் (pesticides) எனப்படும். உணவுக்காக ஏனைய விலங்கினங்களை வேட்டையாடத் தொடங்கியது முதல் இன்று வரை இயற்கை வளங்களை மற்ற உயிரிகளுடன் பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டிய கட்டாயம் இருந்து வந்துள்ளது. மனிதப் பண்பாட்டிலும் மக்கள் தொகையிலும் உயர்வு தோன்றத் தோன்ற, இப்பகிர்வில் சமச்சீர்மை தோன்றி மனிதனின் ஆக்ரமிப்பு மேலோங்கியது. அறிவியல், தொழில்நுட்ப உத்திகளால் தனக்குப் போட்டியான எந்த உயிரினத்தையும் அழிக்கும் வல்லமையை மனிதன் அடையும் நிலை ஏற்பட்டது. எனினும், ஓர் உயிரினத்தை அழித்த நிலையில் மற்றோர் உயிரினம் பல்கிப் பெருகுகிறது என்னும் பேருண்மை பல புதிய இன்னல்களைத் தோற்று வித்துள்ளது. எனவே, பூச்சி ஒழிப்பு முறைகளால் சூழலியலில் எதிர்மறை விளைவுகள் தோன்றாதவாறு கவனித்துக் கொள்ள வேண்டிய பொறுப்பு உருவாகியுள்ளது.



கட்டுப்படுத்த இந்தியாவிலிருந்து மைனாக் குருவி இறக்குமதி செய்யப்பட்டது. 1776இல் மூட்டைப் பூச்சிகளைத் தின்னக்கூடிய மேல்நிலை விலங்கினங்களைக் கண்டறிந்து வளர்ப்பது பற்றிய ஆராய்ச்சி தொடங்கப்பட்டது. இடையே, பூச்சிகளை எதிர்க்கும் ஆற்றல் படைத்த பயிர் வகைகளைத் தோற்றுவித்தல் எனும் கருத்து பரிந்துரைக்கப்பட்டது. இதன் விளைவாக ஹெஸ்ஸின ஈ (Hessian fly) எனும் பூச்சியால்

தாக்கப் பெறாத கோதுமைப் பயிர் வகை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எவ்வகை உயிரினங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பயனாகின்றன என்னும் அடிப்படையில் பூச்சிகொல்லிகள் புழுக்கொல்லி, எலி கொல்லி (rodenticide), சிலந்திக் கொல்லி (acaricide), நூற்புழுக் கொல்லி (nematicide), சிறுசெடிக் கொல்லி, பூசணக் கொல்லிகள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

### அட்டவணை 1 வேதிப்பூச்சி கொல்லிகளின் வகையீடு

வகை 1	தன்மை மற்றும் இயைபு 2	எடுத்துக்காட்டு 3
புழுக்கொல்லி	அ. இரைப்பை நஞ்சு (i) ஆர்செனிக் கொண்டது (ii) ஃப்ரோரைடு ஆ. தொடுவகை நஞ்சு (i) இயற்கை வகை தாவரச்சாறு வகை, ஹைட்ரோகார்பன் (ii) செயற்கை முறை குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்  இ. கரிமப் பாஸ்பேட்  ஈ. கார்பமேட் உ. ஹார்மோன் போலி  ஊ. புகை தோற்றி (fumigant) (i) சேமிப்புக் கிடங்கு (ii) மண்ணில் கலப்பதற்கு எ. ஊடுருவல் நஞ்சு (Systemic Poison) (i) பயிருக்கு (ii) விலங்குக்கு	காரீய, கால்சிய மற்றும் தாமிர ஆர்சினேட்டுகள் NaF மற்றும் கிரயோலைட்  பைரத்ரம், நிகோடின், ரோடினோன், எண்ணெய் DDT, BHC லிண்டேன், மீதாக்கிசுளோர், ஆல்ட்ரின் குளோரேட், ஹெப்டா குளோர், எட்டிரின், டாக்சோஃபேன் பாரதியான், மாலத்தியான், டையசினான், டைகுளோரோப்ஸ், நாலம் கார்பமைல், மெதமைல், கார்போஃப்யூரன் ஃபார்னசால் (furnesol), ஒன்றரை டெர்பீன்கள் (resquinterpenes) HCN, நாப்தலீன், நிகோடின், மீதைல், புதேதடிமடு குளோரோபிக்ரின் இரு குளோரோபுரோபேன் டெமெடான், ஆக்சிடெமெடான், டைமெதொவெட், ஃபோரேட் ரோனெல் அரமைட், டைகோஃபூல் டைமீதைல், தாலேட், டீட் (deet) அஃபோலேட்டு (apholate) அமினோடெரின் (aminopterin) டிரையசீன் (triazine), வளைய ஹெக்சிமைடு (cyclo heximide), கிரிசோஃபல்வின், ஸ்டெரப்டோமைசீன்
சிலந்திக்கொல்லி		
பூச்சி விரட்டும் பொருள்	ஈ. கொசுக்களை விரட்டுவதற்கு	
மலடாக்கும் வேதிப்பொருள்	(i) ஆல்கைலேற்ற வகை (ii) வளர்சிதை மாற்றத் தடுப்பான் (iii) பிரவகை	

1	2	3
பூசணக் கொல்லி	(i) கனிம வகை	சுண்ணாம்பு, கந்தகம், போர்டோ கலவை, தாமிர ஆக்சைடு, பாதரச (II) குளோரைடு, காட்மியம் குளோரைடு
	(ii) கரிம வகைப் பாதரச சேர்மங்கள்	ஃபீனைல் பாதரச அசெட்டேட்
சிறுசெடிக் கொல்லி	(iii) டைதயோகார்பமேட்	ஃபோல்பெட், குளோர்னில் டைகுளோரம், லடகுளோன்
	(i) கனிம வகை	சோடியம் ஆர்சினைட்
	(ii) உலோக-கரிமச் சேர்மம்	ககோடிலிக் அமிலம்
	(iii) கார்பாக்சிலிக்-அரோமாட்டிக் வகை	2, 4-2, 4, 5 - நாப்டலம், டைகாம்பா என்டோதால்
	(iv) கார்பாக்சிலிக் அலிபாடிக்	டாலாபான்
	(v) அலிபாடிக் N- சேர்மம்	டைலூரான், பார்பான்
எலிகொல்லி	(i) கனிம வகை	தாலியம் சல்பேட், ஆர்செனிக் ஆக்சைடு, ஆர்செனிக் சல்பைடு
	(ii) தாவர வகை	ஸ்டிரிக்னீன்
	(iii) திரிதல் தடுப்பான்	கூமாஃப்யூரைல், கூமாஃபீன்
	(iv) ப்ளூரைடு	சோடியம் ஃப்ளூரோ அசெட்டேட்

வேதியியல், நச்சுத்தன்மை, ஊடுருவல் முறை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் புழுக்கொல்லி வகையிடப்படுகிறது. ஒரே வேதிப்பொருள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளில் இடம்பெறக்கூடும். இரைப்பை நஞ்சு இலையைக் கடித்துத் தின்னும் கம்பளிப் புழு போன்ற வகைகளை அழிக்கச் சிறந்தது. ஆர்செனிக் உள்ளுறை கனிம நஞ்சு புரோட்டோப்பிளாசத்தைக் கொல்வது ஃப்ளூரின் சேர்மங்கள் செல்வகை ஆக்சிஜனேற்றத்துடன் தொடர்பு கொண்ட நொதிகளின் செயலுக்கு இடையூறு விளைவிக்கின்றன.

தொடு நஞ்சு இடர் தரும் பூச்சியின் தோலினுள் ஊடுருவுகிறது. பயிர்களின் பரப்பில் துளையிட்டுச் சாறை உறிஞ்சுவல்ல அசுவினிப் பூச்சிகளை அழிக்க இம்முறை ஏற்றது. தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட குளோரினேற்ற வகை நச்சுப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் நிலைத்தன்மை மிக்கனவாதலால், நீண்டகாலம் நிலைத்துச் செயல்புரியும். மண்ணில் எஞ்சிய நச்சுத் தன்மை தேங்கிவிடக் கூடாத சூழ்நிலையில் கரிமப் பாஸ்ஃபேட் வேதிப் பொருள்கள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. குளோரினேற்றப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் வகை வேதிப்பொருள்களை விட நச்சுத்தன்மை கூடுதலாக அமையப் பெற்றிருப்பினும்,

அவற்றைப் போன்றே கரிமப் பாஸ்ஃபேட்டுகளும் நரம்புத் தாக்கிகளாகும். கார்பமேட்டுகள் எளிதில் சிதைவுறுவனவாதலால், நச்சு எச்சம் தோன்றுவதில்லை. ஒருங்கிணைப்பு பூச்சிக் கட்டுப்பாட்டு திட்டங்களுக்குக் கார்பமேட் வகை சிறந்தது. வளர்ச்சி ஊக்க ஹார்மோன்களைத் தகாத கட்டத்தில் பூச்சியினுள் செலுத்தினால், பூச்சியின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள் முறை தவறி இறப்பு நேரிடும். இந்த ஹார்மோன்கள் தாக்கமுறும் பூச்சிகளின் அடிப்படையில் வகையிடப்பட்டள்ளமையால், ஒரு குறிப்பிட்ட பூச்சி இனத்தை மட்டும் தனித்து அழிப்பதற்குச் சிறந்தவை. புகை மூட்டப்பொருள்கள் பூச்சியின் சுவாச இயக்கத்தைப் பாதிக்கின்றன. பெரும்பாலும் சேமிப்புக் கிடங்குகளிலும், நாற்றங்கால்களிலும் இவை பயன்படுகின்றன. இவை ஒட்டுண்ணி வகை நூற்புழுக்களை அழிக்கவல்லன. ஊடுருவும் பூச்சிகொல்லிகள் பயிர்களால் உறிஞ்சப்பட்டு பல்வேறு பகுதிகளிலும் பரவுகின்றன. இப்பயிர்களை உண்ணும் பூச்சிகளின் உட்சென்று பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. சில பூச்சிகொல்லிகளின் வேதி வடிவமைப்பு படம்-1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வேதி வகைப் பூச்சி மருந்துகளின் வளர்ச்சி, தயாரிப்பு, புதிய வலிவுமிக்க பூச்சிகொல்லிகளுக்குத்



தேவை இருந்துகொண்டே இருப்பதால் இவற்றை உருவாக்குவதற்குக் காலமும் தொகையும் கூடுதலாகச் செலவாகின்றன. ஒரு புதிய பூச்சி கொல்லி வணிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுவதற்குமுன் பல கட்டங்களைத் தாண்ட வேண்டும். ஆய்வகத்தில் புதிய தொகுப்பு வகைச் சேர்மங்கள் நியமவகைப் பூச்சிகளைக் கொல்லும் திறனுக்காக ஆராயப்படுகின்றன. பிறகு அவை தூசு வடிவிலோ, தெளிப்பு முறையிலோ பயன்படுத்தத் தக்கவாக மாற்றப்படுகின்றன. அடுத்ததாக, சில நியம பூச்சிகொல்லிகளுடன் (standard insecticides) திறனுக்காக ஒப்பீடு செய்யப்பட்டு, புதுப் பூச்சிகொல்லிகளில் மரபுமீறிய இயல்புகள் ஏதேனும் இருப்பின் அவை அறியப்படுகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து, சிறு நிலப்பரப்புகளிலும் பின்பு பெரும் பரப்புகளிலும் களநிலை மதிப்பீடுகள் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இறுதியாக புதிதாகத் தொகுக்கப்பட்ட பூச்சிக்கொல்லியின் பயனுக்கு வாய்ப்பு மிகுதி எனத் தோன்றினால் ஒரு சிற்றளவுச் செயல் திட்டம் (pilot project) வயலிலோ, தோட்டத்திலோ நிகழ்த்தப்படும். இதற்கிடையே வேதிப்பொருள் எச்சத்தைத் தாங்கும் பெருமநிலை (tolerance limit) அச்சேர்மம் மற்றும் அதன் வளர்சிதை மாற்ற விளைவுப் பொருள்கள் ஆகியனவற்றைப் பகுத்தறியும் முறை, அரசுத்துறை முகவாண்மைகளில் அப்பொருளை நியம பூச்சிகொல்லியாகப் பதிவு செய்வதற்குத் தேவைப்படும் தகவல் ஆகியவற்றைச் சேகரித்தல் செயலாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பூச்சி கொல்லியின் செயல்திறனும், மனிதர்களும் கால்நடைகளும் ஊறு விளைவிக்காத இயல்பும் உறுதி செய்யப்பட்ட பின்பு தயாரிப்புக் கூடவும் விற்பனைக்கான வாய்ப்புகளை ஆராயவும் முயலப்படும்.

பெரும்பாலும் பூச்சி கொல்லிகள் வளிமப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு (gas chromatography) முறையிலேயே பிரித்துக் கண்டறியப்படுகின்றன. 15% ஈதைல் ஈதர் கொண்ட ஹெக்சேன் கரைசலில் ஆய்வுப்பொருள் இடப்பட்டுச் சாறு இறக்கப்படுகிறது. ஈதரில் கரைந்த இச்சாற்றை நீராவிச் கலனில் ஆவியாக்கி சிறு பருமனுக்குச் செறிவேற்ற வேண்டும். 200°Cஇல் இந்நீர்மத்தை ஒரு நுண்பீச்சியைக் கொண்டு 5 (µl) மைக்ரோலிட்டர் அளவுக்கு வளிமப்பரப்புக் கவர்ச்சி அமைப்பினுள் செலுத்த வேண்டும். இதை ஏற்றிச் செல்லும் வளிமமாக ஆர்கான் - மீதேன் கலவை பயன்படுகிறது. பாய்ம விரைவு 60 மி.லி/நிமிடம் பிரிப்பின் விளைவாக நிரலில் தோன்றும் கோடு ஒவ்வொன்றும்

ஒவ்வொரு பூச்சி கொல்லியையும், கோட்டின் உயரம் அப்பொருளின் ஒப்பீட்டுச் செறிவையும் குறிக்கும்.

வேதி ஆய்வகத்தில் முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது முதல், இறுதியாக விற்பனைக்கு வரும் கட்டம் வரையிலான கால இடைவெளி எட்டு ஆண்டுகளாகும். கடுமையான தரக் கட்டுப்பாட்டு நிலைகளைத் தாண்டி ஒரு வேதிப்பொருள் பூச்சி கொல்லியாக ஒப்புக் கொள்ளப் படுவதற்கான வாய்ப்பு 36,000இல் ஒன்றாகும். ஒரு புதிய பூச்சி கொல்லியைக் கண்டுபிடித்து, தரநிர்ணயம் செய்து, பெரிய அளவில் விற்பனைக்குக் கொண்டுவருவதற்கு (அப்பொருளின் வருகையால் களஞ்சியத்திலிருந்து விலக்கப்படும் பூச்சி கொல்லிகளின் விற்பனை விலையையும் சேர்த்தால்) ஏறத்தாழ ஏழரை கோடி ரூபாய் செலவாகிறது என ஒரு மதிப்பீடு கூறுகிறது.

பூச்சிகொல்லிகள் பொதுவான திண்ம மற்றும் நீர்ம நிலைகளில் விற்பனையாகின்றன. நீர்மநிலைக்கு வேதிப் பொருளை நீரிலோ, சைலீன் அல்லது பெட்ரோலியம் எண்ணெய் போன்ற கரிமக் கரைப்பான்களிலோ கரைசலாகக் கையாளலாம். திண்ம நிலைக்குத் தூள், தூழ் அல்லது ரவை வடிவங்கள் ஏற்றனவாகும். மிகப்பெருவாரியாகப் பயன்படுத்தப்படும் நனையும் தூள்களில் நச்சுப்பொருள் களுடன் ஓர் உறிஞ்சிவகைச் சுமப்பி (களிமண்) சேர்க்கப் படுகிறது. தூசு வடிவுப் பயனுக்குச் சீமைச் சுண்ணாம்பு பென்டொனைட் மண் (bentonite) அல்லது களிமண் கலக்கப்படுகிறது. நச்சுத்தன்மை பெற்றிராத, ஆனால் பூச்சிகொல்லியின் நச்சுத்தன்மையை உயர்த்தவல்ல பொருள்கள் சேர்க்கப்படுதல் தேவையாகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, பால்மமாக்கி (emulsifier) நீரில் கரையாத பூச்சி கொல்லிகளைச் சீராகச் சிதறச் செய்வதற்கு உதவுகிறது. இருவேறு பூச்சி கொல்லிகளை (எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பழுக்கொல்லியையும், ஒரு பூசணக் கொல்லியையும்) கலந்து பயன்படுத்தும்போது இரு வகைகளுக்கும் உடன் சேர்க்கும் பொருள்கள் (additives) செயற்குறுக்கீட்டில் ஈடுபடக்கூடாது. சில கலவை அமைப்புகளில், கலவையிலுள்ள பொருள்கள் மொத்த பூச்சிகொல்லித் திறனைவிடக் கலவையின் பூச்சி கொல்லித்திறன் கூடுதலாக இருக்கும். இதைச் சேர்க்கைத் தீவிரம் (synergism) என்பர்.

பூச்சி மருந்திடும் முறை. பூச்சி மருந்தைத் தெளிப்பான்களில் இருவகை உண்டு. அவை நீரிய

தெளிப்பான் (hydraulic sprayer), காற்றாது வகைத் தெளிப்பான் (air-blast sprayer) என்பன. நீரிய வகையில் மூன்று உப்பிரிவுகள் உள்ளன. அவை குறை அழுத்தி, குறை பருமனுடை தெளிப்பான்கள் (7 கி.கி/செ.மீ<sup>2</sup>) வரையிலான அழுத்த வரம்பு கொண்டவை. பரந்த அழுத்த வரம்பு கொண்ட தெளிப்பான்கள் என்பன. காற்றாது வகைக்குக் குறைந்த அளவே நீர் தேவைப்படும். நுரை வடிவில் பூச்சிகொல்லிகளைத் தெளிப்பதற்கும், அமைப்பு உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. தூசிப்படலமாகவும், மூட்டமாகவும், புகைவடிவிலும் (smoke) தெளிப்பதற்கு அழுத்தக் கலங்களோ வெப்பத்தால் ஆவியாகும் கருவிகளோ பயன்படுகின்றன. இவ்வுத்தி பறக்கும் பூச்சிகளை அழிப்பதற்கு ஏற்றதாகும். இவ்வுத்திகளின் மேம்படுத்தப்பட்ட நிலையே திருகு வானூர்தி (helicopter) கொண்டு தூவும் வழிமுறையாகும்.

வேதி முறைப் பூச்சி கட்டுப்பாடு பற்றிய மதிப்பீடு, பயிர்களைப் பூச்சிகள் தாக்கும் எண்ணும் அடிப்படையிலான உண்மையால் உணவு, உடை ஆகியவற்றின் தயாரிப்புக்குப் பூச்சி கொல்லிகள் கட்டாயத் தேவை என்பது அடிக்கோடிப் படுகிறது. 1945-1965இல் பயிர் விளைச்சல் 50 கூடுதலாகவுள்ளது. பூச்சிகொல்லிகளைப் பயன்படுத்தியதே இதற்குக் காரணமாகும். செடிக் கொல்லிகள் விளைச்சலை 10-15% வரையிலும் பூசணக்கொல்லிகள் 100% வரையிலும் கூடுதலாக்கக்கூடும்.

மறைமுகப் பூச்சிகொல்லிகள் மனித உடல்நலத்திற்கும் உதவியுள்ளன. நோய் பரப்பும் நுண்ணுயிர் வகைகளுள் முப்பதுக்கும் மேலானவை ஏறத்தாழ முழுமையாக அழிக்கப்பட்டுள்ளன. மலேரியா, மஞ்சள் காய்ச்சல் (yellow fever), டைஃபஸ் ஆகியன அகற்றப்பட்டுவிட்டன. பூச்சி கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தியதாலேயே இது இயலக்கூடிய தாயிற்று.

வேளாண்மை மற்றும் மருத்துவத் துறைகளில் எதிர்கொள்ளப்படும் பூச்சிகளை அழிப்பதற்கும் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் நச்சு வேதிப்பொருள்கள் இன்றியமையாதன என்றாலும், பெரிய அளவில் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதால் பல தீய விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. அவை சுற்றுப்புறத் தூய்மைக்கேடு என்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருளால் பாதிக்கப்படும் பூச்சி, தொடர்ந்து அதே வேதிப்பொருளைப் பயன்படுத்துவதால் பூச்சிகொல்லிகளை எதிர்க்கும் திறனைச் சிறிது சிறிதாகப் பெற்றுவிடுகிறது. கொல்லி எதிர்ப்புத்திறன் பூச்சிகளுக்கு இருப்பது முதன்முதலாக 1900-1910இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எண்ணாப்பு-கந்தக கலப்பின வேதிப்

பொருள்களையும், ஹைட்ரஜன் சயனைடையும் எதிர்த்து திறக்கவல்ல செதில் பூச்சிகள் கண்டறியப்பட்டன. காரிய ஆர்சனேட்டின் நச்சுத் தன்மையைப் பொறுத்துக் கொள்ளும் ஒருவகை அந்துப்பூச்சி (codling) உள்ளன. தொகுப்பு வகைக் கரிமப் பூச்சிகொல்லிகள் பெரிய அளவில் களத்தில் புகுத்தப்பட்ட பின்பு நச்சுத் தன்மைக்கு ஈடுகொடுக்கும் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை உயர்ந்தது. 200-க்கும் மேற்பட்ட புழு மற்றும் சிலந்தி இனங்கள் ஏதேனும் ஒரு பூச்சி கொல்லிக்காவது தாக்குப் பிடிக்கும் ஆற்றல் படைத்தவை. கொறிப்பனவான எலிகளும் சுண்டெலிகளும் திரிதல் முறிகளை (anticoagulants) எதிர்க்கவல்லன. வேதி அமைப்பில் சற்றே மாறுபட்ட ஒரே வகையான பூச்சி கொல்லிகளை எதிர்க்கும் பூச்சிகளும் (cross resistant), பலவகைப் பூச்சிகொல்லிகளை ஒரே நேரத்தில் எதிர்க்கவல்ல பூச்சிகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. பூச்சிகொல்லி எதிர்ப்பு ஆற்றல் ஒருமுறை தோன்றிவிட்டால், அது அப்பூச்சி இனத்தில் நீண்டகாலம் நிலைத்து நிற்கும். பூச்சி மருந்து எதிர்ப்பு ஆற்றல் பின்வரும் காரணிகளால் அறுதியிடப் படுகிறது. உடல் மூடும் ஒடு, நச்சுப்பொருளால் பாதிக்கப்படாத செரிமான அமைப்புகள் பூச்சிகொல்லிகளை உற்று விளைவிக்காதவாறு தேக்கவல்ல கொழுப்புத் திசுக்கள், புற வேதிப்பொருள்களையும் அவற்றின் வளர்சிதை மாற்ற விளைபொருள்களையும் வெளியேற்றவல்ல கழிவுநீக்க அமைப்பு, மருந்துத் தெளிப்புச் சாரலிலிருந்து தப்பக்கூடிய திடீர் இயக்கம், பொதுவான விலங்கின எஞ்சுதல் நோக்கம் ஆகியன. வேதிப்பொருள் எதிர்ப்புக்கான உடற்கூறு அடிப்படையாவது பூச்சிகளின் உடலுறை நொதிகளாகும். சில நொதிகள் பூச்சிகொல்லிகளின் சிதைவை ஊக்குவித்து நஞ்சு நீக்கம் செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வீட்டு ஈக்களும் சில வகைகள் DDTயின் சிதைவை ஊக்குவித்து நச்சுத் தன்மையற்ற வேதிப்பொருள்களை உருவாக்கவல்ல நொதிகளை உள்ளடக்கியவை.

பலநோக்கு வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் சில நேரங்களில் பாதிக்கப்படாத பூச்சி இனங்களின் எண்ணிக்கை பெருகி கொல்லப்பட்ட பூச்சி இனங்களை விடப் பலமடங்கு கூடுதலாக இடர் தருகின்றன. அரிதாக, விரும்பத்தகாத பூச்சிகளைச் சூறையாடும் இனம் சில பூச்சிகொல்லிகளால் அழிக்கப்பட்டு, பயிர்ப் பாதுகாப் பிற்கான இயற்கைக் கேடயம் அகற்றப்படுகிறது. இதனால் ஒருவகை பூச்சியை அழித்து, மற்றொரு வகையை ஊக்குவிக்கும் நிலை தோன்றுகிறது. வேடேலியா வண்டு என்னும் பூச்சி பருத்தி மெத்தைச் செதில் பூச்சியை (cottony



cushion scale) உண்டு வாழும் இனமாகும். 1947இல் DDT எலுமிச்சை இனப்பயிர்களின் மீது தூவப்பட்டபோது அழிக்கப்பட்டது. இதன் விளைவாகப் பருத்தி மெத்தைச் செதில் பூச்சியின் தொகை டெருகி இலையுதிர்வு நேர்ந்தது. ஓரினம் பெருவாரியாக அழிக்கப்பட்ட பின்பு, அவ்வினத்தில் எஞ்சியுள்ள பூச்சிகள் இனப்பெருக்கத்தை விரைந்து தோற்றுவித்து பன்மடங்காகப் பெருகக்கூடும். இத்தோற்றப் பாடு மறுகிளர்ச்சி அல்லது திடீர்த்திருப்பம் (flareback) எனப்படும். ஏறத்தாழ ஐம்பது பூச்சி இனங்களில் இத்தோற்றப்பாடு காணப்படுகிறது.

ஒரு பூச்சியினத்தில் மரணத்தை மாற்றுவதற்கு வேறுசில உத்திகளும் உள்ளன. மரணத்தைத் தோற்றுவிக்கக் குறைந்த அளவில் தெளிக்கப்படுகையிலும் ஒரு பூச்சி மருந்து பூச்சிக்குத் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடியதே என்றாலும், அந்த அளவு இலக்காகும் பூச்சியின் இனப்பெருக்க வளம் (fertility) கூடுதலாக்குவதாகத் தெரிய வந்துள்ளது.

பூச்சி மருந்துகள் நச்சுப் பொருள்களாதலால், இலக்கு உயிரிகளைத் தவிர மனிதன் உள்ளிட்ட பிற உயிரினங்களையும் தாக்கவல்லன. இவ்வகைச் சிக்கலை இரு கூறுகளாக வகையிடலாம். அவை உயிரினத்தில் உள்ளே ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட தருணத்திலேயே தோன்றும் விளைவுகள், நுண்ணளவில் தங்கி நிற்கும் (persistent) பொருள்களின் படிப்படியான தன்மயமாதலால் (assimilation) தோன்றும் நீண்டகால விளைவுகள் என்பன. பூச்சி கொல்லிகளின் நச்சுத்தன்மை உயர் விலங்கினங்கள் யாவற்றிற்கும் ஒரே சீரான பாதிப்பை ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆர்செனிக் உள்ளடக்கிய பூச்சிகொல்லிகள் பிற பூச்சிகொல்லிகள் தேர்திறன் அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் நஞ்சானவை. பிற பூச்சி கொல்லிகள் தேர்திறன் (selectivity) பெற்றவை. வேதிப் பொருளின் இயல்பும் இலக்காகும் விலங்கினத்தின் இயல்பும் முதன்மைக் காரணிகளாகின்றன. உயிர் விலங்கினங்களுக்குத் தீங்கிழைக்காத மாலத்தியான், கார்பரைல் போன்ற பூச்சிகொல்லிகளும் உண்டு. மகரந்தச் சேர்ப்பான்கள் (pollinators) போன்ற நன்மை பயக்கும் பூச்சிகளும் பூச்சிகொல்லிகளால் அழிக்கப்பட வாய்ப்பு உண்டு. பூச்சிகொல்லிகளால் மூடப்பட்ட கொல்லிகள் மனிதனுக்கு கொடிய நஞ்சாக விளங்குவதால் அவற்றின் தயாரிப்பு, கையாளுதல் மற்றும் பயன்படுத்துதல் ஆகிய அனைத்துக் கட்டங்களிலும் மிகுந்த கவனம் தேவை. பூச்சிகொல்லிகளின் கலப்பு ஏற்பட்டுவிட்ட உணவை உட்கொள்வதும் மனிதனுக்கும் ஏனைய விலங்கினங்

களுக்கும் பெருங்கேடாகும். உணவின் தரம் இவ்வகையில் கெடுவதைத் தவிர்க்க இரு வழிகள் உள்ளன. (1) பல நாடுகளில், தூவப்படும் பூச்சிகொல்லியின் வகை, அளவு, தூவும் கால அளவு ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடும் தெளிப்பு அட்டவணைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. (2) பல நாடுகளில் பல்வேறு வகை உணவுப் பொருள்களுக்கும் தீமை விளைவிக்காத பெருமநிலைப் பூச்சிகொல்லி அடக்கம் (maximum permissible limit) ஒவ்வொரு பூச்சி கொல்லிக்கும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. தெளிக்கப் படுகையில் கட்டுப்பாடு இல்லாமல் திரியும் விலங்கினங் களுக்குத் தீமை நேருவதற்குக் கூடுதலான வாய்ப்பு உண்டு. முறையான வழிமுறைகளைப் பின்பற்றவில்லையெனில் பூச்சிகொல்லிகளால் மனிதர்களுக்கும் மரணம் நேர வாய்ப்புண்டு.

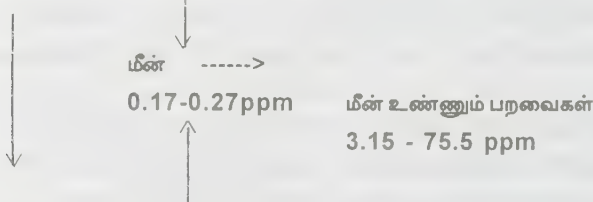
கூழ்வெளியில் பச்சிகொல்லிகள் சேருதல் பெருந் தீங்காக முடிகிறது. தெளிக்கப்படும் வேதிப்பொருளில் பெரும்பங்கு மண்ணை அடைகிறது. மழையாலும், காற்றாலும் இது நீண்ட தொலைவுக்குப் பரப்பப்படுகிறது. இவற்றுள் பெரும்பாலான வேதி வகைகள் விரைவில் சிதைவுற்று அழிகின்றன. அல்லது உட்கொள்ளும் விலங்குகளால் செரிக்கப்படுகின்றன. மிகச் சில நிலைத்து நிற்கக்கூடியவை. மண்ணில் கலக்கும் பூச்சிகொல்லிகளும் அவற்றின் சிதைவு விளைபொருள்களும் கால்நடைகளுக்கும் அவற்றின் வாயிலாக மனிதருக்கும் நஞ்சாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக டி.டி.டி (D.D.T) என்னும் வளர்சிதை மாற்றத்தால் டி.டி.ஈ. (D.D.E), டி.டி.டி. (D.D.D), கெல்தேன் (kelthane) ஆகியவை விளையும். நீரில் கரையாத பொருளாக மாறும். இவை யாவும் நரம்பின் மேற்பரப்பைத் தாக்குகின்றன. இதன் விளைவாக நரம்பு ஒரே சமயத்தில் பலவித உணர்வுகளைத் தோற்றுவிக்கும். பிறகுளோரினேற்ற சேர்மங்களான B.H.C., ஆல்டிரின், ஹெப்டாகுளோர் ஆகியனவும் நரம்புகளைப் பாதிக்கின்றன. இவற்றுள் சில நரம்பின் நடுப்பகுதியைக் கெடுக்கின்றன. இதனால் தசைகளிடையே ஒருங்கிணைப்பின்மை, செவிட்டுநிலை ஆகியன தோன்றக்கூடும். கரிமபாதரசப் பூசணக்கொல்லிகள் (organomercury fungicides) மேற்காணும் விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதுடன் பறவைகளின் கருத்தரித்தலை நிலைகுலையச் செய்கின்றன.

தங்கி நிற்கும் (persistent) பூச்சிகொல்லிகள் (mortality agents) கருதப்படுவதற்கு அவை இயல்பான உணவுச் சங்கிலியில் பிணைந்துவிடுவதே காரணமாகும்.

இதனால் இருபெரும் விளைவுகள் தோன்றக்கூடும். (1) உணவுச் சங்கிலியின் கீழ்ப்பகுதியில் இடம்பெறும் சில உயிரினங்கள் பூச்சிகொல்லிகளுக்கு இலக்காகக்கூடும். இதனால் உணவுச் சங்கிலி நிலைகளில் உணவுச் சங்கிலியின் இடம்பெறும் உயிரினங்கள் யாவும் உணவின்றமையால் அழியும். (2) உணவுச் சங்கிலியின் கீழ்மட்ட உயிரினங்கள் பூச்சிகொல்லிகளால் பாதிக்கப்படாவிடில், அவை பூச்சிகொல்லிகளைத் தம்மை உண்ணும் விலங்கினங்களுக்கு மாற்றுகின்றன. உணவுச் சங்கிலியின் உச்சநிலையிலுள்ள மனிதனை வந்தடையும்போது நச்சுப்பொருளின் செறிவு மிக உயர்ந்துவிடுகிறது. இந்திகழ்ச்சி உயிரியச் செறிவு பெருக்கம் (biomagnification) எனப்படும். நச்சுப்பொருளின் செறிவு உணவு சங்கிலியில் ஒரு விலங்கிலிருந்து அதனை வேட்டையாடும் விலங்குக்கு செல்கையில் 100 முதல் 1000 மடங்கு உயரக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக டி.டி.டி.ஐயை உட்கொள்ளும் மண்புழு பெரிய பாதிப்புக்கு உண்டாகாமல் இருக்கலாம். ஆனால் பல புழுக்களைத் தின்னும் பறவை இறக்க நேரிடும். 1953 - 60இல் ஜப்பானில் பினமடா விரிகுடாவிலுள்ள மீன்களை உண்டுவந்த மாந்தர் மாண்டனர். ஸீதல்மெர்குரி என்னும் நச்சுப்பொருளை உட்கொண்ட மீன்கள் இறக்கவில்லை. அம்மீன்களை உண்ட மேல்நிலை உயிரினங்கள் பாதிப்புக்குள்ளாயின. இதற்குக் காரணம் நச்சுச் செறிவு நிலை மேல்நிலை உயிரினங்களைத் தொடும்போது இடர் தரும் விளிம்பை எட்டுகிறது. இது போன்ற செறிவேற்றமே பூச்சிகொல்லிகளிலும் நிகழ்கிறது. டி.டி.டி. உணவுச் சங்கிலியில் செறிவேற்றமடைவதைக் கீழ்க்காணுமாணு குறிப்பிடலாம்.

மிதவை உயிர்கள் (plankton)

0.04 ppm



கிளிஞ்சல் பூச்சிகள் (Clams)

0.42 ppm

டி.டி.டி. செறிவேற்றம் கொண்ட பறவைகளின் முட்டைகள் மிகவும் மெல்லிய நொறுங்கத்தக்க ஓடுகளைக் கொண்டுள்ளன. முட்டை ஓட்டுப்பொருளான கால்சியம் கார்பனேட்டை உருவாக்குவதற்கு அடிப்படையான ஹார்மோன்களைப் பூச்சிகொல்லிகள் செயலற்றதாக்கி விடுகின்றன.

ஆறுகள் யாவும் கடலில் கலப்பதால், ஆறுகளில் கலக்கப்படும் நஞ்சு கடலை அடைகிறது. செறிவு குன்றிய நிலையிலும் இவை கடல்வாழ் உயிரினங்களைப் பாதிக்கின்றன. பிலியனில் 0.1 பங்கு அளவுக்குச் செறிவுள்ள கரிமக் குளோரின் சேர்மங்கள் மெல்லுடலிகளை அழிக்கின்றன. கடற்கரைகளில் வாழும் பல பறவையினங்கள் அழிந்தொழிந்துவிட்டன. இவ்வேதிப்பொருள்களால் நேரடியாகப் பாதிக்கப்பட்டு இறப்பதைவிடப் பறவைகள் தம் இனப்பெருக்க இயக்கத்தில் கோளாறுகளுக்கு உட்பட்டுப் பாதிப்புறுவதே வாய்ப்புக்கூடிய நிகழ்ச்சியாகும். மனிதக் கொழுப்புத் திசுக்களில் டி.டி.டி.யும் அதன் வளர்சிதை மாற்ற விளைபொருள்களும் இடம்பெறும் செறிவு உடலுக்கு உடல் மாறுபடுகிறது. டி.டி.டி. 4 முதல் 16ppm (மில்லியனில் பங்கு) வரையிலும், டைமீல்டின் 0.04 முதல் 0.17 வரையிலும் மனித உடல்களின் செறிவடைந்திருப்பது தெரிய வந்துள்ளது. அமெரிக்கா, கனடா, ஸ்வீடன் ஆகிய நாடுகளில் டி.டி.டி.யின் பயனுக்குத் தடை விதிக்கப்பட்டள்ளது.

நடுநிலை நாடுகளில் வேளாண்மையை நவீனமாக்கும் ஆர்வத்தின் விளைவாக 85 நாடுகளில் மீ நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த பூச்சிகொல்லிகள் பரந்து காணப்படுகின்றன என ஐ.நா. உணவு மற்றும் வேளாண்மை நிறுவனம் நடத்திய ஆய்வு புலப்படுத்தியுள்ளது. இந்நாடுகளுள் ஏறத்தாழ 80இல் பொருள்களின் அளவுகளையும், தன்மைகளையும் பதிவு செய்யவோ கண்காணிக்கவோ போதிய வசதியமைப்பு இல்லை. இவற்றினால் நேரும் இடர்பாடுகளைப்பற்றிய தகவலும், கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தேவைப்படும் வல்லுநர்களும் இல்லை. அனைத்து வகை அளவில் கடந்த பத்தாண்டுக் காலத்தில் பூச்சிக்கொல்லி விற்பனை இரு மடங்காக உயர்ந்துள்ளது. இவ்வுயர்வில் பெரும்பாலான விழுக்காடு முன்னேறிவரும் நாடுகளில் காணப்படுகிறது. வெப்ப மேலீட்டின் தாக்கத்தால் பண்ணையாளர்கள் பூச்சிகொல்லி தெளிப்பின்போது தற்காப்பு உறைகளையோ, முகமூடிகளையோ அணிந்து கொள்வதில்லை என்று ஆப்பிரிக்க மற்றும் லத்தீன் அமெரிக்க நாட்டு மருத்துவர்கள் வருத்தம் தெரிவித்துள்ளனர். உணவையும் நீரையும் காலி செய்யப்பட்ட பூச்சி கொல்லிக் கலன்களில் கையாளவதுடன் குழந்தைகளின் தலையிலுள்ள பேனைக் கொல்வதற்குப் பூச்சிகொல்லிகள் கரைசல்களை ஊற்றி நீராட்டுவதும் அறியாமையாகும்.

உலகில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஏறத்தாழ ஒரு மில்லியன் மக்கள் பூச்சிகொல்லி நச்சுக்கு இலக்காகின்றனர்; இதனால் ஆண்டுக்கு 20,000 மரணங்கள் நேருகின்றன என



உலகப்பொது நல அமைப்பின் (World Health Organisation) அறிக்கையொன்று கூறுகிறது. தங்கள் நாட்டு வேளாண்மைத் துறைக்குப் பயனற்றது என ஒதுக்கப்பட்ட பூச்சிகொல்லிகளை வளர்ந்துவரும் நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்வது சில மேம்பாட்டைந்த நாடுகளின் வழக்கமாக இருந்து வந்தது. இதனைக் கண்டிக்கும் வகையில் எந்நாட்டுக்குப் பூச்சிகொல்லிகள் தேவைப்படுகின்றனவோ அவற்றின் விரிவான ஒப்புதல் இன்றிப் பூச்சிகொல்லிகள் வணிகம் நடத்தக்கூடாது என ஐ.நா. குழுவொன்று கருத்து வெளியிட்டுள்ளது. வேட்டையாடுவதற்கும், இடந்தரும் பறவைகளை ஒழிப்பதற்கும் பூச்சிகொல்லிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்  
கரிமப் பூச்சிகொல்லி

கால்சியம் ஆர்சனேட். இதில் 25 - 30% ஆர்சனிக் உள்ளது. வெள்ளைத் தூளான இதனை மாவு எனக் கருதித் தவறாகப் பயன்படுத்தக்கூடும் என்னும் நோக்கத்துடன் மங்கிய இளஞ்சிவப்பு போன்ற சில நிறங்கள் கலந்து விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இதனுடன் நீர்த்த சுண்ணாம்பைக் கலந்து தெளித்தல் அல்லது தூவுதல் வேண்டும். சுண்ணாம்பு கலக்காமல் இதைப் பயன்படுத்தினால் பயிர்கள் காய்ந்து விடுகின்றன. இது இலைகளைக் கடித்துத் தின்னும் பூச்சிகளை மட்டுமே கட்டுப்படுத்தும்.

ஈய ஆர்சனேட். இதன் பூச்சிகொல்லித் தன்மை 1892 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதில் 20% ஆர்சனிக் உள்ளது. இதை நீர்த்த சுண்ணாம்புடன் கலந்து தூவும் தூளாகவோ, தெளிக்கும் மருந்தாகவோ பயன்படுத்தலாம். இதுவும் கடித்துத் தின்னும் பூச்சி வகைகளை நன்கு கட்டுப்படுத்தும்.

பாரிஸ் பச்சை. முதலில் 1872 ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்த இம்மருந்தில் 33 - 39% ஆர்சனிக் உள்ளது. பச்சை நிறத் தூளாக உள்ள இம்மருந்தில் தாமிர மெட்டா ஆர்சனேட்டும், தாமிர அசிட்டேட்டும் கலந்துள்ளன. இது நத்தைகளைக் கட்டுப்படுத்த நச்சு இரையாகவும் கடித்துத் தின்னும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தூவும் தூளாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டது. இம்மருந்து பாலூட்டிகளுக்குக் கொடிய நச்சாக அமைந்துள்ளது.

போராக்ஸ். சோடியம், டெட்ராபோரேட் எனப்படும் இது தொழு உரக் குப்பைத் தொட்டிகளில் தோன்றும் மேக்கட் புழுக்களை அழிக்க உதவுகிறது.

போரிக் அமிலம். குடல நச்சான இது, கரப்பான் பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மெர்க்குரஸ் குளோரைடு. கரையான், கரப்பான் பூச்சிகளால் புத்தகங்களில் ஏற்படும் தாக்குதலை இது தடுக்கிறது. எறும்புகளின் தாக்குதலையும் தடுக்கிறது.

போர்டோக் கலவை. இது தத்து வண்டு, இலைத் தத்துப் பூச்சிகளின் தாக்குதலைத் தடுக்கிறது.

சோடியம் செல்வேட். இது ஊடுருவும் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் இது உணவுப் பயிர்களில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எழில் தரும் பயிர்களில் காணப்படும் அசுவுணி, சிலந்திகளை இது கட்டுப்படுத்துகிறது.

பொட்டாசியம் ஆண்டிமோனைல் டார்ட்டா ரேட், கால்சியம் சல்ஃபேட். இவை எறும்புகளைக் கொல்கின்றன.

அங்க கரிமப் பூச்சிகொல்லிகள்

பெட்ரோலிய எண்ணெய் பொருள்கள். இவ்வகைப் பொருள்கள் ஏறக்குறைய 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே அயல் நாடுகளில் கனிச்செடிகளில் தோன்றும் செதில் பூச்சிகளை அழிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றில் மண்ணெண்ணெய், தார், பண்படாத எண்ணெய் பூச்சிகொல்லியாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றுடன் சிறிதளவு சோப்பைக் கலந்து பயன்படுத்துதல் நல்லது. இவற்றை மிகவும் கவனமாகப் பயன்படுத்தாவிட்டால் செடிகள் காய்ந்து விடுகின்றன. இம்மருந்து கரையான், மரப்பூச்சி, செதில்பூச்சி, அசுவுணி முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

தாவரப் பொருள். செடிகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் சில கனிமக்கூட்டுப் பொருள்கள் பூச்சிகொல்லியாகப் பயன்படுகின்றன.

நிக்கோட்டின். இந்த ஆல்கலாய்டு புகையிலைச் செடியிலிருந்து கிடைக்கின்றது. இது நரம்பு நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்து விரைவில் தாக்கும். இது நிக்கோட்டின் சல்பேட் - 40 என்னும் வணிகப் பெயரில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இம்மருந்து ஒரு பங்குடன் 500 - 1000 பங்கு நீரும் கலந்து தெளிக்கப் படுகிறது. புகையிலைச்சாறு, அசுவுணி, பேன் முதலியவற்றை நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. 1 கி.கி. கழித்த புகையிலையை 10 லி. குளிர்ந்த நீரில் 24 மணி நேரம் ஊற வைக்க வேண்டும். அல்லது 10 லி. நீரில் 30 நிமிடம் வேக வைக்க வேண்டும். இம்முறையில் கிடைக்கும் புகையிலைச் சாற்றை வடிகட்டி, நீர்

சேர்த்து 30 லிட்டராகக் வேண்டும். இத்துடன் 100 கிராம் சோப்பும் சேர்த்தல் வேண்டும்.

**பைரீத்ரம்.** இது சாமந்தி பூவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. சாமந்திப் பூக்களை உலர்த்தி நுண் தூளாக அரைத்து விலயனத்துடன் (diluent) சேர்த்துத் தூளாக விற்பனை செய்யப்படுகிறது. பூக்களின் தூள்களைக் கரைப்பானில் கரைத்து நச்சுப்பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்துத் தெளிக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இது நரம்பு, தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. பூச்சிகளை விரைவில் பாதிக்கும் இது நச்சுத் தன்மையை மிக விரைவில் இழந்து விடுகிறது. இது ஈரம், காற்று, ஒளி ஆகியவற்றின் முன்னிலையில் பூச்சிகொல்லித் தன்மையை மிக விரைவில் இழந்து விடுகிறது. செதில்பூச்சி, அசுவுணி, வண்டு, தத்துப்பூச்சி, வீட்டு ஈ, கொசு, மூட்டைப்பூச்சி, எறும்பு, கரப்பான் பூச்சி ஆகியவற்றை இது அழிக்கிறது. பைரீத்ரம்: பைப்பரானில் புயீட்டாக்சைட் ஆகியவற்றை 1:10 என்னும் விகிதத்தில் கலந்து தென்னைச் சிவப்புக் கூன்வண்டைக் கட்டுப் படுத்தும் பைரோகோன் என்னும் மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

**தங்க அரளி.** இச்செடியின் விதைகளை உடைத்துப் பருப்பு எடுக்கப்படுகிறது. இப்பருப்பை 10 லி. நீருக்கு 10 - 30 கிராம் அளவில் தூளாக்கி 12 மணி நேரம் ஊறவைத்து வடிகட்டவேண்டும். இதில் 15 - 30 கிராம் அளவில் சோப்புத் தூளைச் சேர்க்க வேண்டும். இதனைத் தெளித்து அசுவுணி, பயிர்ச்சிலந்தி, வெட்டுக்கிளி முதலியவற்றைக் கட்டுப் படுத்தலாம்.

**ரோட்டினோன்.** 68 வகைச் செடிகளின் வேர்களிலிருந்து இந்நச்சுப்பொருள் பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. ஆனால் டெர்ரிஸ் எலிப்டிகா (derris eliptica), டெர்ரிஸ் மாலக் சென்ஸிஸ் (derris malaccensis) ஆகிய இரு வகைச் செடிகளிலும் மிகுதியும் பயனாகின்றன. இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. பூச்சிகளை விரைவில் கொல்லும் தேனை நீண்ட நாள்கள் சேமித்து வைத்தால் நச்சுத்தன்மையை இழந்து விடும். நனையும் தூளாகவும், நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும் இது கிடைக்கிறது. பயிர்களில் தோன்றும் பூச்சிகளையும், கால்நடைகளின் வெளிப்புறத்தில் தோன்றும் பூச்சிகளையும் அழிக்க இது பயன்படுகிறது.

**வேம்பு.** வேப்பங்கொட்டையும், வேப்பம் புண்ணாக்கும் பயிர்ப் பாதுகாப்பில் பயன்படுகின்றன. 10

கிராம் வேப்பங்கொட்டைத் தூளிற்கு 10 லி. நீர் கலந்து பயிர்களின் மீது தெளிப்பதால் லோக்கஸ்ட் என்னும் வெட்டுக்கிளிகளை விரட்டிவிடலாம். வேப்பம்புண்ணாக்கு 1 கி.கிராம் 5 லி. நீரில் 7 நாள்கள் ஊற வைத்து வடிகட்ட வேண்டும். இதில் நீர் சேர்த்து 10 லி. அளவுக்குத் தயாரித்து, தெளித்து எலுமிச்சை வகையில் தோன்றும் இலைத் துளைப்பானின் தாக்குதலைக் குறைக்கலாம்.

**வசம்பு.** 1 கி.கி. வசம்புத்தூளை 50 கி.கி. விதையுடன் கலந்து வைத்தால் தானியங்களை ஏறக்குறைய ஓராண்டுக் காலம் வரை பூச்சிகளின் தாக்குதலிலிருந்து காக்கலாம்.

**செயற்கைக் கனிமப் பூச்சிகொல்லிகள்.** இவ்வகைப் பூச்சிகொல்லி மருந்துகள் இரண்டாம் உலகப் போரின்போதும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. தற்போது இவை பூச்சிகளை அழிப்பதற்கு பெருமளவில் பயனாகின்றன. இவற்றைக் கரிமக் குளோரின், கரிமப் பாஸ்பரஸ் கூட்டுப்பொருள்கள், கார்பமேட், வளிம நச்சு, செயற்கைப் பைரத்தாய்டு எனப் பிரிக்கலாம்.

### கரிமக் குளோரின்

**D.D.T.** டைகுளோரோடைஃபினைல் டிரை குளோரோ ஈதேன் எனப்படும் இதனை 1874 ஆம் ஆண்டில் அத்னார் செய்ட்லர் என்னும் ஜெர்மானியர் கண்டுபிடித்தபோதிலும் இதன் பூச்சிகொல்லித் தன்மையை 1939 ஆம் ஆண்டில் பால் மல்லர் என்பார் கண்டுபிடித்தார். இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. இதன் நச்சுத்தன்மை பயன்படுத்தப்பட்ட செடியில் நீண்ட நாள்களுக்கு இருக்கும். இம்மருந்து பூச்சி, புழுக்களின் நரம்பு மண்டலத்தையும், உணர் உறுப்புகளையும் தாக்கி அவற்றை அழிக்கிறது. பொதுவாக இது பூச்சிகளையும், புழுக்களையும் மெதுவாகவே தாக்குகிறது. இம்மருந்திட்ட பயிர்களைத் தீவனமாகக் கால்நடைகளுக்கு இடுவதால் அவற்றின் பால் மற்றும் உடற்கொழுப்பில் தேங்கி இது நஞ்சாக அமையும். பூசணி இனக்கொடிகளில் இதைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. இது 5%, 10% தூளாகவும், 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும், 50% நனையும் தூள் மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது. இது பச்சைத் தத்துப்பூச்சி, மாமரத்துப்பூச்சி, தேனீ, வண்டு, படைப்புழு, வெட்டுப்புழு போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

**B.H.C.** பென்சீன் ஹைக்ஸா குளோரைடு அல்லது ஹைக்ஸா குளோரோ சைக்ளோ ஹைச்சேன் எனப்படும் இதனை மைக்கேல் ஃபாரடே 1825ஆம் ஆண்டு



கண்டுபிடித்தார். இதன் பூச்சிகொல்லித்தன்மையை ரீபர் என்பார் 1941இல் பிரான்ஸ் நாட்டிலும், லெய்செஸ்டர் என்பார் 1942இல் இங்கிலாந்து நாட்டிலும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடித்தனர். BHCஇல் உள்ள மூலகை ஐசோமர்தான் பூச்சிகொல்லித் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது. BHC, DDTயைவிடக் கூடுதல் பூச்சிகொல்லித்தன்மை கொண்டுள்ளது. இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும், நச்சுப் புகையாகவும் அமைந்துள்ளது. பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த மண்ணில் இட்டால் உருளைக்கிழங்கு, சர்க்கரை வளிக்கிழங்கு ஆகியவற்றின் சுவை கெட்டுவிடுகிறது. இது 5%, 10% தூளாகவும், 50% நனையும் தூளாகவும் கிடைக்கிறது. இது கம்பளிப்புழு, வெட்டுப்புழு, நாவாய்ப்பூச்சி, வெட்டுக்கிளி, வண்டு, மண்ணிலுள்ள பூச்சி முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. விதைகளுடன் இம்மருந்தைக் கலந்து பூச்சிகளின் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாக்கலாம். DDTயைப் போன்று இதுவும் விலங்குகளின் கொழுப்புத் திசுக்களில் தேங்கி, நஞ்சாகிறது. இம்மருந்திட்ட காய்கறி, கனிகளில் கெடுமணம் வீசும்.

**லிண்டேன்.** இது 99% அளவிற்கும் குறைவில்லாது காமா-ஐசோமரைக் கொண்ட பூச்சிகொல்லியாகும். காமா ஐசோமரை 1912இல் கண்டுபிடித்த ஜெர்மானியரான வான்டர் லிண்டன் என்பாரின் பெயரைத் தழுவி லிண்டேன் என 1949இல் வழங்கப்பட்டு அதன் பின் பயன்பட்டு வருகிறது. இது குடல் நச்சாகவும் தோல் மூலம் உட்சென்று தாக்கும் நச்சாகவும் வளிம நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. இது 20% நீர்ம மாற்று திரட்டாகக் கிடைக்கிறது. இது கரும்புக் குருத்துப் பூச்சியை அழிக்கப் பயன்படுகிறது. காய்கறிப் பயிரில் தோன்றும் பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்த 0.65% தூவும் தூளாகவும் 10% குறுணையாகவும் கிடைக்கிறது. குறுணை மருந்து, நெல், கரும்பு குருத்துப்பூச்சிகளை அழிக்கிறது.

**டாக்சாஃபீன்.** இதில் 67% - 69% குளோரின் உள்ளது. அமெரிக்காவின் ஜார்ஜ்பண்டின் என்பார் இதை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தார். இது ஒரு குடல் நச்சாகும். இது மெதுவாகப் பூச்சியைக் கொல்லும் தன்மை உடையது. இது தேனீக்களுக்குப் பெருந்தீங்கு விளைவிக்காது. இதைக் காய்கறி, கனிப் பயிர், தீவனப் பயிர்களில் பயன்படுத்துதல் கூடாது. இது இலைப்பேன் மற்றும் பலவகையான புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது தூவும் தூள், நனையும் தூள், நீர்ம மாற்று திரட்டு, அடர் நீர்மம் ஆகிய

விதங்களில் கிடைக்கிறது. இதனுடன் DDTயைச் சேர்த்துக் கிடைக்கும் பூச்சிகொல்லி மருந்திற்கு ஹீலியோடாக்ஸ் என்று பெயர்.

**குளோர்டேன்.** இது தூளாகவும், நீர்மமாகவும் விற்கப் படுகிறது. இது ஜூலியஸ் ஹைமன் என்பாரால் 1945ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது ஒரு தொடு மற்றும் குடல் நச்சாகும். இதனைக் குறிப்பாக மண்ணில் காணப்படும் வெட்டுப்புழு, வண்டுப்புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்தவே பயன்படுத்தலாம். குளோர்டேன் 5% தூளைச் சமமான அளவு மணலுடன் கலந்து தென்னைக் குருத்திலிட்டுத் தென்னைக் கருவண்டு, தென்னைச் சிவப்புக் கூன் வண்டு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**ஹெப்டாகுளோர்.** இதற்கு ஹெப்டாகுளோரோ டைசைக்ளோ பெண்டாடீன் என்று பெயர். இம்மருந்து 1948ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. மிக்க நச்சுத் தன்மையுடைய இம்மருந்து நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்க வல்லது. பொதுவாக மண்ணில் காணப்படும் புழு, பூச்சிகளையும், கரையான்களையும் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இது 3 அல்லது 6% அளவாகவும், 20% நீர்மமாற்று திரட்டாகவும் கிடைக்கும். இதைத் தெளித்தோ, தூவியோ வெட்டுக்கிளி, இலைப்பேன் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

**ஆல்டிரின்.** குர்ட் ஆல்டர், ஓட்டா டியல்ஸ் ஆகிய ஜெர்மானியர்களின் பெயர்களைத் தழுவி இது ஆல்டிரின் எனப்படுகிறது. இது மெதுவாகச் செயல்படக்கூடியது. மண்ணினுள் வாழும் புழு, பூச்சி, கரையான் முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த இது பயன்படுகிறது. இது மெதுவாகச் செயல்படக்கூடியது. மண்ணினுள் வாழும் புழு, பூச்சி, கரையான் முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த இது பயன்படுகிறது. இது 5% தூளாகக் கிடைக்கும். தத்துப்பூச்சியை இது கட்டுப்படுத்துவதில்லை.

**டியல்டிரின்.** ஓட்டா டியல்ஸ் என்பாரின் பெயரைத் தழுவி இது டியல்டிரின் எனப்படுகிறது. நீண்ட நாட்கள் வீரிய நச்சு மண்ணில் தங்கும் தன்மையுடையது. பயிர்களின் வேர்களைத் தாக்கும் புழு, பூச்சிகளை 1.5% தூளை மண்ணிலிட்டுக் கட்டுப்படுத்தலாம். இது 50% நனையும் தூளாகவும் கிடைக்கும். பருத்திப் பயிரில் காணப்படும் வெட்டுக்கிளி, வண்டு, வீட்டு ஈ, கொசு, மூட்டைப் பூச்சியையும் இம்மருந்து கட்டுப்படுத்துகிறது. இது தத்துப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில்லை.

எண் டிரின். இது மிகவும் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த மருந்து. அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, நாவாய்ப்பூச்சி, வண்டு, பலவகை பழுக்கள் ஆகியவற்றை இது கட்டுப்படுத்துகிறது. இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. பூச்சிகளின் நரம்புகளைப் பாதிக்கும். இது 20% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும், 2% குறுணையாகவும் கிடைக்கிறது. இம்மருந்து தெளித்த 3 அல்லது 4 வாரங்களுக்குப் பின்னரே காய், கனிகளை அறுவடை செய்ய வேண்டும். மீன்களுக்கு மிகுந்த நச்சாக இது அமைகிறது.

எண்டோசல்ஃபான். இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் செயல்படுகிறது. இது அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, நாவாய்ப்பூச்சி செடிகளைத் துளைக்கும் புழு முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் திறன் வாய்ந்தது. தேனீ, ஓட்டுண்ணிப் பூச்சி, பூச்சிகளைத் தின்று அழிக்கும் உயிரினங்கள் ஆகியவை இதனால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இது 35% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும், 4% தூவும் தூளாகவும் 4% குறுணை மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது. சில பயிர்ச் சிலந்திகளைக் கொல்லும் திறனையும் இது பெற்றிருக்கிறது.

கரிமப் பாஸ்பரப் பூச்சிகொல்லி. இப்பூச்சிகொல்லி மருந்தைக் கொஹாட்டு ஷ்ரடார் என்பார் இரண்டாம் உலகப்போரின்போது கண்டுபிடித்தார். இது குடல் நச்சு, தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் பயனாகிறது. சில பூச்சிக்கொல்லிகள் செடியின் உள்ளே ஊடுருவிச்செல்லும் தன்மை பெற்றுள்ளன. சில சிறிதளவு வளிம நச்சுத்தன்மை கொண்டுள்ளது. தொடக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை கடுமையான நச்சுத்தன்மை பெற்றிருக்கின்றன. இவை நரம்பு மண்டலத்தில் உருவாகும் கோலின் எஸ்டிரேஸ் என்னும் நொதியைப் பெருகாமல் கட்டுப்படுத்தி, வலிப்பு வரச்செய்து கொல்கின்றன. இவை பூச்சிகளை விரைவில் கொல்லும். ஆனால், இவற்றின் நச்சுத்தன்மை பயிரில் குறுகிய காலமே இருக்கும். ஊடுருவிச் செல்லும் மருந்து குறுணை வடிவத்தில் மண்ணில் இடும்போது வேர்களால் ஏற்கப்பட்டு, பயிரின் மற்றப் பகுதிகளுக்குப் பரவுகிறது. செடிகளின் மீது தெளிக்கும்போது இலைகளின் மூலம் ஏனைய பகுதிகளுக்குப் பரவுகிறது. இவ்வாறு ஊடுருவி உட்சென்ற மருந்து 15 - 45 நாட்களுக்கு நச்சுத் தன்மையுடன் இருக்கும். இச்சமயத்தில் சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சி, பூச்சி மருந்தையும் உறிஞ்சிப் பாதிப்படைகிறது.

மெத்தில் டெமடான், டைமெத்தோயெட், ஃபோரெட், ஃபென்சல்ஃபோதியான், ஃபாஸ்ஃபாமிடான் முதலியவை ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மை கொண்டுள்ளன.

பாரத்தியான் எத்தில். இதற்கு எத்தில் நைட்ரோஃபினைல் தயோ ஃபாஸ்ஃபேட் என்றும் பெயருண்டு. இம்மருந்தை ஷ்ரடார் என்பார் 1939ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தபோதிலும் 1944ஆம் ஆண்டுதான் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. குடல் நச்சு, தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சு, சிறிதளவு வளிம நச்சுத் தன்மை பொருந்திய இது பழ ஈ, வெட்டுக்கிளி, நாவாய்ப்பூச்சி, சில்லிட் (psyllids), தத்துப்பூச்சி, செதில்பூச்சி, வண்டு, புழு, இலைத்துளைக்கும், புழு, இலைச்சுருட்டுப்புழு, பயிர்ச் சிலந்தி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 50% நீர்மமாற்று திரட்டாகவும் 2% தூவும் தூளாகவும் கிடைக்கிறது.

மெத்தில் பாரதியான். இது பாலூட்டிகளுக்கு இதைல் பாரதியானைவிடக் குறைந்த நச்சுத்தன்மை உடையது. இது அசுவுணி, வண்டு, கூன்வண்டுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. 1 லி. மருந்தில் 100 கிராம் மெத்தில் பாரதியானும், 100 கிராம் D.D.T.-யும் கலந்து மெட்டாசிட்கோம்பி பருத்திக் காய்ப் புழுவையும், நெல் இலைச்சுருட்டுப் புழுவையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. மெத்தில் பாரதியானும் கார்பாரிலும் 1:4 என்னும் விகிதத்தில் கலந்த தூள் செவிதியான் என்னும் பெயரில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இது பருத்திக் காய்ப் புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

ஃபெனிட்ரோதியான். O, O-டைமெத்தில் 3-மெத்தில் O-4 நைட்ரோஃபினைல் ஃபாஸ்போரோ தயோனேட் என்னும் இப்பூச்சிகொல்லி மருந்து 1959ஆம் அண்டு ஜப்பான் நாட்டில் சுமிடோமா நிறுவனத்தாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது குடல் நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. தத்துப்பூச்சி, அசுவுணி, இலைப்புழு, வெட்டுப்புழு, நெல் குருத்துப் பூச்சி ஆகியவற்றையும் வீட்டு ஈ, மாட்டு ஈ, கொசு, மூட்டைப்பூச்சி, கரப்பான் பூச்சி, கோழிப்பேன் முதலியவற்றையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 2% தூவும் தூளாகவும், 5% குறுணையாகவும், 50, 100% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும் கிடைக்கிறது.

ஃபென்தியான். இதற்கு டைமெத்தில் மெத்தில் மெர்கேப்டோ. மெத்தில் ஃபீனைல் தயோஃபாஸ்பேட்



என்று பெயர். இது தோல் மூலம் உட்செல்லும் தன்மையையும், குடல் நச்சாகும் தன்மையையும் கொண்டுள்ளது. நீண்ட நாட்கள் நச்சுத் தன்மையுடன் காணப்படும். இம்மருந்து இலை, காய், தோல் மூலமாக உள்ளே இழுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பழ ஈ, தத்துப்பூச்சி, நெல், சோளம் ஆகியவற்றைப் பாதிக்கும் நாவாய்ப்பூச்சி, நெல் குருத்துப்பூச்சி, மாங்கொட்டை வண்டு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆப்பிள், பருத்தியின் சில வகைகளில் இம்மருந்தைத் தெளித்தால் செடிகளின் வளர்ச்சி பாதிப்படையும்.

ஃபென்சல்ஃபோதியான். இது ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். இது தோல் மூலம் உட்செல்லும் மருந்தாக உள்ளது. இம்மருந்தின் நச்சுப்பொருள் நீண்ட நாட்களுக்குப் பயிரில் இருக்கும். பூச்சிக்கொல்லி யாகவும், நூற்புழுக்கொல்லியாகவும் இது பயன்படுகிறது. இது, டாசனிட் என விற்கப்படுகிறது. இது மண்ணில் தோன்றும் புழு, பூச்சிகளையும், நூற்புழுக்களையும் நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 5, 10% குறுணையாகக் கிடைக்கிறது.

டயசினான். இதனை O, O-டைஇதல் ஓ-2 ஐசோ புரோபைல் 6-மெத்தில் 4-பைரிமிடினில் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோனேட் என்பர். குடல் நச்சாகவும் தோல் மூலம் உட்செல்லும் மருந்தாகவும் உள்ளது. சிறிதளவு வளிம நச்சுத் தன்மையுடையது. அசுவுணி, இலைப்பேன், ஈ, மூட்டைப் பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி, மண்ணிலுள்ள சிலந்திப் பூச்சி, நெற்பயிரின் குருத்துப்பூச்சி, ஆனைக்கொம்பன், தத்துப்பூச்சி ஆகியவற்றை நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 5% குறுணையாகவும், 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும் விற்பனையாகிறது.

மோனோகுரோட்டோஃபாஸ். இது ஓர் ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். தோல் மூலம் உட்செல்லும் தன்மையையும், குடல் நச்சுத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. இலைப்பேன், அசுவுணி, இலைப்புழு, பருத்திக் காய்ப்புழு, சிலந்தி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 40% நீர்ம மாற்று திரட்டாகக் கிடைக்கிறது. நுவக்ரான், அசோடரின் என்னும் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது.

டிரைகுளோர்ஃபோன். இதற்கு டைமெத்தில் (டிரைகுளோரோ ஹைட்ராக்சி இதைல்) ஃபாஸ்ஃபோனேட் என்று பெயர். இது 1952ஆம் ஆண்டு பூச்சிகொல்லியாகப் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. குடல் நச்சுத்தன்மையையும், அ.க.15-58அ

தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சுத்தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. DDT மருந்தை எதிர்க்கும் ஆற்றல் படைத்த வீட்டு ஈக்களையும், கரப்பான் பூச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்த இது பயன்பட்டது. இது 5% தூவும் தூளாகவும், 25, 50, 80% நனையும் தூளாகவும் கிடைக்கிறது. டிப்டிரெக்ஸ் என்னும் பெயரில் விற்பனையாகும் இது குறுணையாகவும் கிடைக்கிறது. நச்சு இரையாகவும் பயன்படும். இது விரைந்து பூச்சிகளை அழிக்கிறது. இது நாவாய்ப்பூச்சிகளையும், பல்வகைப் புழுக்களையும் நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இது தேனீக்களைப் பெருமளவில் கொல்வதில்லை.

ஃபோரேட். இதற்கு O, O, டைஇதைல் (எஸ்-இதைல் தயோ) மெத்தில் ஃபாஸ்ஃபோரோ டைதயோயேட் என்று பெயர். ஊடுருவிச் செல்லும் இப்பூச்சிகொல்லி 1954இல் பயனிற்கு வந்தது. விதைகளுடன் கலக்கவும், மண்ணில் கலக்கவும் பயன்படுகிறது. முளைத்து வரும் இளஞ் செடிகளைத் தாக்கும் குருத்துப்புழு, அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, இலைப்பேன் ஆகியவற்றை அழிக்கிறது. இது வளிம நச்சாகவும் தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் உள்ளது. இதனை பயன்படுத்துவதில் மிகுந்த கவனம் தேவை. 10% குறுணையாக திமெட் என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது. சோளக்குருத்து ஈயையும், சாற்றை உறிஞ்சும் பல பூச்சிகளையும் இது கட்டுப்படுத்துகிறது. பயன்படுத்தப்பட்ட பயிரில் நீண்ட நாட்களுக்கு இதன் நச்சு தேங்கியிருக்கும்.

டைமிதோயேட். இதற்கு டைமெத்தில் மெத்தில் கார்பமாயில் மெத்தில் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். இது ஊடுருவிச் செல்லும் மருந்தாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் மருந்தாகவும், குடல் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. இது 1956ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் பழ ஈக்களை கட்டுப்படுத்தும் வகையில் விற்பனைக்கு வந்தது. இது அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, நெல் குருத்துப்பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி போன்றவற்றைக் கட்டுப் படுத்துகிறது. இது இந்தியாவில் முதல் முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். இது 30% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும் 5% குறுணை மருந்தாகவும் ரோகார் என்னும் வணிகப்பெயரில் கிடைக்கிறது. இதற்கு சைகோன் என்னும் வணிகப் பெயரும் உண்டு. இம்மருந்தைப் பயன்படுத்திய ஒரு வாரத்திற்கு பின் கனிகளை அறுவடை செய்தல் வேண்டும். பாலூட்டிகளுக்கு இதனால் ஏற்படும்

நச்சுத்தன்மை குறைவு. இதற்குப் பயிர்ச் சிலந்திக் கொல்லித் தன்மையும் உண்டு. சிலவகைச் சோளம், கனகாம்பரம் வகைகளுக்கு இது தீங்கு இழைக்கிறது.

தயோமெட்டான். இதற்கு ஒ, ஒ, டைமெத்தில் எஸ்-2 (இதைத் தயோ) இதைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ டைதயோ தயோனேட் என்று பெயர். இது ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சி, பயிர்ச் சிலந்திகளை கட்டுப்படுத்தும். இது 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாக இகாட்டின் என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது.

டயசினான். இதற்கு டை இதைல் ஐசோப்ரோமைல் மெத்தில் பைரிமிடினைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோனேட் என்று பெயர். இது குடல் நச்சாகவும் தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. இதற்குச் சிறிதளவு வளிம நச்சுத்தன்மையும் உண்டு. இது நீர் மாற்று திரட்டாகவும், குறுணையாகவும் கிடைக்கிறது. இது 1952இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோதிலும், இதன் பூச்சி கொல்லித் தன்மையை 1952ஆம் ஆண்டில் காசர் என்பவர் விளக்கினார். இது, பாசுடின் என்னும் வணிகப் பெயரில் கிடைக்கிறது. இம்மருந்து நெற்பயிரில் குருத்துப்பூச்சி, ஆணைக்கொம்பன், தத்துப்பூச்சி முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதற்கு நூற்புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மையும் உண்டு. இது வீடுகளில் காணப்படும் மூட்டைப்பூச்சி, கரப்பான் பூச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

டைகுளோர்வாஸ். இதற்கு ஒ, ஒ, டைமெத்தில்-2, 2 டைகுளோரோவினைல் ஃபாஸ்ஃபோட் என்று பெயர். பூச்சிகளை மிக விரைவில் கொல்லும் இது 1951ஆம் ஆண்டில் சியா என்னும் நிறுவனத்தாரால் பயன்பாட்டிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டது. இதற்குக் குடல், வளிம நச்சுத் தன்மையும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் தன்மையும் உண்டு. இதன் நச்சுத் தன்மை மிக விரைவில் அழிக்கப்பட்டு விடுவதால் காய்கறிப் பயிர்களில் அறுவடை சமயத்திலும் தெளிக்கலாம். இது நூவான் என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது. அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, இலைப்பேன், செதில்பூச்சி, மாவுப்பூச்சி, வண்ணத்துப்பூச்சியின் புழு, சிலந்தி முதலியவற்றை நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. முதலில் வீட்டு ஈக்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தப் பட்டு வந்த இது தற்போது சேமிப்புத் தானியங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்தத் துணை புரிகிறது. மீன்கள் இதனால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பாம்பு, தவளை ஆகியவை இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

குளோர்ஃபென்வின்ஃபாஸ். இதற்கு குளோரோ டை குளோரோ ஃபினைல் ஃவினைல் டைஇதைல் பாஸ்ஃபோட் என்று பெயர். சேம்பர்லேன் குழுவினரால் இதன் பூச்சிகொல்லித் தன்மை கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, 1960ஆம் ஆண்டு ஷெல் நிறுவனத்தாரால் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. இது 24% நீர்ம மாற்று திரட்டாகப் பிரிலேன் என்னும் பெயரில் கிடைக்கிறது. இது தோல் மூலம் உட்செல்லும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. மக்காச்சோளக் கதிர்ப் புழுவையும் நெல் இலைச் சுருட்டுப்புழுவையும் இது கட்டுப்படுத்துகிறது.

ஃபாஸ்ஃபாமிடான். இதற்கு டைமெத்தில் குளோரோ டையிதைல் கார்பாமாயில் மெத்தில் வினைல் ஃபாஸ்ஃபோட் என்று பெயர். இப்பூச்சிகொல்லி பெரிஜர் என்பாரால் ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டில் 1955இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஊடுருவிப் பாயும் குடல் நச்சுத்தன்மையுள்ள பூச்சிக் கொல்லியான இதில் தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சுத்தன்மை மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படும். இது மனிதருக்கும் விலங்குகளுக்கும் மிகவும் நச்சுத்தன்மையுடையது. மீன்கள் இதனால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. பாலூட்டி, தேனீ ஆகியவற்றிற்கு இது கடும் நச்சாகும். இது டைமெக்ரான் என்னும் வணிகப் பெயரில் 100% நீர்ம மாற்று திரட்டாகக் கிடைக்கிறது. இதன் நச்சுத்தன்மை காரணமாகப் பொதுவாகச் செடிகளுக்கு மருந்துத் தெளிப்பதை அறுவடைக்கு மூன்று வாரங்கள் முன்பே நிறுத்திவிட வேண்டும். இது அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, இலையைத் துளைக்கும் புழு, பயிர்ச் சிலந்தி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

டிரைகுளோர்ஃபான். குளோரோபாஸ் என்றும் இதற்குப் பெயருண்டு. இதை டைமெத்தில் டிரைகுளோரோ ஹைட்ராக்சி இதைல்ஃபாஸ்ஃபோனேட் என்றும் வழங்குவர். இம்மருந்து 1952ஆம் ஆண்டு பயனிற்கு வந்தது. இது நச்சாகவும், தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் காணப்படுகிறது. இது ஓரளவு வளிம நச்சுத்தன்மையையும் கொண்டுள்ளது. விரைவில் புழுக்கள், நாவாய்ப்பூச்சிகளைக் கொல்லக்கூடியது. தேனீக்களை மிகுதியாகக் கொல்வ தில்லை. இது நீர் கரை தூளாகவும், குறுணையாகவும் டிப்டெரக்ட்ஸ் என்னும் வணிகப் பெயரில் கிடைக்கும்.

மெத்தில் டெமெட்டான். இதற்கு டைமெத்தில் இதைல் தயோ இதைல்ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோயேட் என்று பெயர். இது டெமடான் மருந்தை ஒத்தது. காய்கறி, கனி, பூச்செடிகளைத் தாக்கும் அசுவுணி, செதில்பூச்சி,



மெழுகுப்பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடியது. இது ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். பூச்சிகளைத் தாக்கும் ஒட்டுண்ணிகளையும் பயன்தரும் உயிரினங் களையும் இது கொல்வதில்லை. ஆனால் தேனீக்களைக் கொல்லும் மருந்து தெளித்த 10 நாட்களுக்குப் பின்னரே அறுவடை செய்ய வேண்டும். மெட்டாசிஸ்டாக்ஸ் என்னும் வணிகப் பெயரில் 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாக இது கிடைக்கிறது.

ஃபோரேட். இது டையிதைல் இதைல் தயோமிதைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ டைதயோயேட் என்று குறிக்கப்படுகிறது. ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியான இது 1954இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது வளிம நச்சுத்தன்மையையும் தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சுத்தன்மையையும் கொண்டுள்ளது. இது மிகுந்த நச்சுத் தன்மை கொண்டுள்ள மையால் பெருங்கவனத்துடன் கையாள வேண்டும். குறிப்பாக விதைகளுடன் கலந்தும், மண்ணில் கலந்தும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. முளைத்து வரும் இளம் செடிகளைக் குருத்துப்புழு, அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, இலைப்பேன் போன்றவற்றின் தாக்குதலிலிருந்து 4 - 6 வாரங்கள் பாதுகாக்கிறது. திமெட் என்னும் வணிகப்பெயரில் கிடைக்கும் இதை விதைச்சாலில் இட்டு விதைப்பதால் சோளக் குருத்து ஈயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

தயோமெட்டான். இதற்கு டைமெத்தில் இதைல் தயோ இதைல் ஃபாஸ்போரோ டைதயோயேட் என்றும் பெயர். 1952ஆம் ஆண்டில் தயாரிக்கப்பட்டு, 1953ஆம் ஆண்டு இது பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. இது ஓர் ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சுத்தன்மை கொண்டது. பயிர்ச் சிலந்திகளைக் கொல்லும் தன்மையும் கொண்டுள்ளது. அசுவுணி போன்ற சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சிகளைக் கொல்லும் இது எக்காட்டின் என்னும் பெயரில் 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாகக் கிடைக்கிறது. 7% தயோமெட்டானும், 20% எண்டிரினும் கலந்து எக்காட்டிரின் என்னும் கூட்டுப் பூச்சிகொல்லியாகக் கிடைக்கிறது.

போர்மோதியான். ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிக் கொல்லியான இதற்கு டைமெத்தில் ஃபார்மைல் மெத்தில் கார்பமாயில் மெத்தில் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். இதற்குச் சிலந்திக்கொல்லித் தன்மையும் உண்டு. இது தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. பாலூட்டிகளுக்கு இதன் நச்சுத்தன்மைக் குறைவு. இது அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி,

மாவுப்பூச்சி, மெழுகு இறக்கி, இலைப் பேன் போன்ற பாவகை உறிஞ்சும் பூச்சி வகைகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 25% மருந்தாக ஆந்தியோ, அஃப்ளிக்ஸ் என்னும் வணிகப் பெயர்களில் கிடைக்கிறது.

மாலத்தியான். இதற்கு டைஇதாக்கி கார்பினைல் இதைல் மெத்தில் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். 1950ஆம் ஆண்டில் இது விற்பனைக்கு வந்தது. இது ஒரு பாதுகாப்பான பூச்சிகொல்லியாகும். தோல் மூலம் உட்செல்லும் மருந்தாகவும், குடல் நச்சாகவும் உள்ளது. பலவகையான பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும். இது பாலூட்டிகளுக்கு மிகவும் குறைந்த நச்சுத்தன்மை பெற்றுள்ளது. சேமிப்புத் தானியங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தவும் இது பயன்படுகிறது. இது 50% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும், 5% தூவு தூளாகவும் கிடைக்கிறது. கார வகைப் பூச்சிகொல்லி, பூசணக் கொல்லியுடன் இதனைச் சேர்க்க இயலாது. இது இரும்புப் பாத்திரங்களை அரிக்கும் தன்மை பெற்றது.

கார்போஃபீனதியான். இதற்குக் குளோரோ ஃபீனைல் தயோமெத்தில் டைஇதைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். இது அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, இலைப்பேன், சில வகைப் புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது சிலந்திக்கொல்லியாக முதிர்ந்த, இளமையான சிலந்திகளையும் முட்டைகளையும் அழிக்கிறது. டிரைதியான், காரத்தியான் என்னும் வணிகப் பெயர்களில் இது விற்பனையாகிறது.

மெனசோன். இதற்கு டைஅமினோ டிரைஅசின் - மெத்தில் - டைமெத்தில் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோனேட் என்று பெயர். இந்த ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லி, 1961ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. அசுவுணி, செடிப்பேன், தத்துப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. செடிகளில் இது ஊடுருவிச் சென்று 4 அல்லது 5 வாரங்களுக்கு அசுவுணியுடன் தாக்குதலை எதிர்த்து நிற்கும் தன்மை கொண்டுள்ளது. இம்மருந்தைத் தெளித்த 3 வாரங்களுக்குப் பின்னரே அறுவடை செய்ய வேண்டும். இது 70% நீரைச் சிதறவைக்கும் தூளாகச் சேய்ஃபாஸ் என்னும் பெயரில் கிடைக்கிறது.

ஃபோசலோன். இதற்கு ஒ-ஒ, ஒ-டைஇதைல்- எஸ். டைதயோஃபாஸ்போரைல் மெத்தில் -6- குளோரோ பென்சோக்சோ சோலோன் அல்லது ஒ, ஒ-டைஇதைல் -எஸ்- (6-குளோரோ பென்சோக்சோல்-2- (3எச்)-ஒனைல்-

மெத்தில்) ஃபாஸ்ஃபோரோடைதயோயேட் என்று பெயர். இது குடல் நச்சாகவும் தோல் மூலம் உட்செல்லும் மருந்தாகவும் அமைந்துள்ளது. அசுவுணியையும், சிலவகைப் புழுக்களையும் இது நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இது சிலந்திக்கொல்லித் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. இது 1961ஆம் ஆண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. சோலோன் என்னும் வணிகப் பெயரில் 35% நீர்மமாற்று திரட்டாகவும் 4% குறுணையாகவும் இது விற்பனை செய்யப்படுகிறது. பருத்தியில் தோன்றும் பூச்சிகளை நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது.

குவினான்ஃபாஸ். இதற்கு ஒ, ஒ-டைஇதைல்-ஒ, குவினோஆக்சானில் -2- தயோனோ பாஸ்ஃபேட் என்று பெயர். இது தோல் மூலம் உட்செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். இதற்குப் பயிர்ச் சிலந்திக்கொல்லித் தன்மையும் உண்டு. சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சி, பலவகைப் புழுக்கள் ஆகியவற்றை இது கட்டுப்படுத்துகிறது. இகாலுக்ஸ் என்னும் பெயரில் 25% நீர்ம மாற்று திரட்டாகவும், 5% குறுணையாகவும், 4% தூவும் தூள் மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது.

லெப்டோஃபாஸ். கரிம ஃபாஸ்பரப் பூச்சி கொல்லியான இதற்கு புரேஃமோடைக்குளோரோஃபினைல், மெத்தில் ஃபீனைல் ஃபாஸ்ஃபோனோ தயோயேட் என்று பெயர். இதற்கு ஃபாஸ்வெல் என்னும் வணிகப் பெயர் உண்டு. பருத்தியில் காணும் காய்ப்புழுக்களை இது நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இது 3% தூள், 45% நனையும் தூள், 34% நீர்ம மாற்று திரட்டு, 5 அல்லது 10% குறுணையாகக் கிடைக்கிறது.

வாமிடோதியான். இதற்கு டைமெத்தில் மெத்தில் கார்பமாயில் தயோ இதைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலேட் என்று பெயர். இதன் வணிகப் பெயர் கில்வால் ஆகும். ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மை கொண்ட இது அசுவுணி, இலைப்பேன், வெள்ளை ஈ, தத்துப்பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. டெமெட்டான், மெத்தில் டெமெட்டான் ஆகியவற்றைவிட இதன் பூச்சிகொல்லித் தன்மை மிகுதி.

இதியான். இது கரிம ஃபாஸ்பரப் பூச்சிகொல்லியாகும். இதற்கு டெட்ரா இதைல் மெத்திலின் பிஸ்ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். இது ஊடுருவும் தன்மையில்லாதது. இது அசுவுணி, செதில்பூச்சி, இலைப்பேன்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. சிலந்திக் கொல்லித் தன்மை இதற்கு உண்டு. இது

டாஃபெதியான் என்னும் பெயரில் 50% நீர்ம மாற்று திரட்டாக விற்பனை செய்யப்படுகிறது.

கார்போஃபீனோதியான். இது ஒரு கரிம ஃபாஸ்பரப் பூச்சிகொல்லியாகும். இதற்குக் குளோரோ ஃபீனைல் தயோமெத்தில் டைஇதைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோலோ தயோனேட் என்று பெயர். இது டிரைதியான், காரதியான் என்னும் வணிகப் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது. அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும்.

குளோர்பைரிஃபாஸ். இது கரிம ஃபாஸ்பரப் பூச்சி கொல்லியாகும். இதற்கு டார்ஸ்பான் என்னும் வணிகப் பெயர் உண்டு. இதற்கு டைஇதைல் ட்ரைகுளோரோபைரிடைல் ஃபாஸ்ஃபோரோ தயோனேட் என்று பெயர். இதன் பூச்சிகொல்லித் தன்மையை 1965ஆம் ஆண்டில் கெராகா என்பார் கண்டுபிடித்தார். இது உறிஞ்சி உண்ணும் பூச்சிகளையும், கடித்துத் தின்னும் பூச்சிகளையும், வீடுகளில் காணப்படும் ஈ, கொசு போன்றவற்றையும் நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது.

### கார்பமேட்

கார்பமேட் 1956ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. இது குடல் நச்சாகவோ, ஊடுருவிச் செல்லும் நச்சாகவோ அமைந்துள்ளது. சில பூச்சிகொல்லிகளாகவும், சில பயிர்ச் சிலந்திக்கொல்லிகளாகவும் உள்ளன.

கார்பரில். இது 1956 ஆம் ஆண்டு பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. இதற்கு நாஃப்தைல், மெத்தில் கார்பமேட் என்று பெயர். இது பரவலான, ஆனால் பாதுகாப்பான குடல் நச்சாகும். தோல் மூலம் உட்செல்லும் நச்சாகவும் அமைந்துள்ளது. இதன் நச்சுத்தன்மை நீண்ட நாள்களுக்கு இருக்கும். இது அசுவுணி, தண்டுத்துளைப்பான், தத்துப்பூச்சி, இலைப்பேன், இலைப் புழு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது. இது 2.5, 5, 10% தூவும் தூளாகவும், 50% நனையும் தூளாகவும், 4% குறுணையாகவும் செவின் என்னும் வணிகப் பெயரில் விற்பனையாகிறது. மேலும் 0.4% கார்பரில் 4% லிண்டேன் சேர்ந்து கிடைத்த செவிடா குறுணை நெல் குருத்துப் பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இது பயிர்ச் சிலந்திகளைக் கட்டுப்படுத்தாது. இதனை அடிக்கடிப் பயன்படுத்தினால் பயிர்ச்சிலந்தி மிகுந்துவிடும். காய்கறிகளை மருந்துத் தெளித்த ஒரு வாரத்தில் அறுவடை செய்யலாம். இது பாலூட்டிகளுக்குப் பெருந்தீய்கு



விளைவிக்காது. ஆனால் மீன்களுக்கு நஞ்சாக அமைந்துள்ளது. கார்பரில் கரும்புக் கழிவுப்பொருள் சேர்ந்த செவிமால் என்னும் கூட்டுப்பூச்சிகொல்லி பருத்தி, காய்கறிப் பயிர்களில் தோன்றும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. செவிதியான் தூவும் தூளில் 4 பகுதி கார்பாரில் மருந்தும், 1 பகுதி மெத்தில் பாரதியான் மருந்தும் கலந்துள்ளன.

கார்போஃப்பூரான். இதற்கு டைஹைட்ரோடை மெத்தில் பென்சோஃப்பூரனில் மெத்தில் கார்பமேட் என்று பெயர். இது நச்சுத்தன்மை மிகுந்த ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சி, வேர்களைத் தாக்கும் புழு, நூற்புழு, பயிர்ச்சிலந்தி ஆகியவற்றை இது கட்டுப்படுத்துகிறது. சோள விதையுடன் இம்மருந்தைக் கலந்து குருத்து ஈயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இது 3% குறுணையாக ஃப்பூரடான் என்னும் வணிகப் பெயரில் கிடைக்கிறது. இது 50% நனையும் தூளாகவும் 3% குறுணை மருந்தாகவும் கிடைக்கிறது.

ஆல்டிகார்ப். இதற்கு 2-மெத்தில் (2-மெத்தில் தயோ) புரோபியான் ஆல்டிகைட் மோனோ மெத்தில் கார்பமாயில்) ஆக்சிம் என்று பெயர். இது ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிகொல்லியாகும். இது சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சி, பயிர்ச்சிலந்தி, நூற்புழு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மிகுந்த நச்சுத்தன்மை கொண்ட இது டெமிக் என்னும் பெயரில் 10% குறுணை மருந்தாகக் கிடைக்கிறது. இது 1965ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது.

மிதோமைல். மெத்தில் தயோமெத்தில் கார்பமாயில் தயோ அசுட்டேட் என்று இதற்குப் பெயர். இது லன்னேட் என்னும் வணிகப்பெயரில் கிடைக்கிறது. இது சாறு உறிஞ்சும் பூச்சி, வண்ணத்துப்பூச்சிப் புழு, இராப்பூச்சிப் புழு, பயிர்ச்சிலந்தி, நூற்புழு ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. குறிப்பாக வைர முதுகு இராப்பூச்சி, முட்டைக்கோஸ் காவடிப்புழு ஆகியவற்றை நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது.

### வளிமம்

நச்சுப்பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் நச்சு வளிமம், சேமிப்புத் தானியங்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளையும், மண்ணில் காணப்படும் பூச்சி, புழுக்கள், நூற்புழுக்களையும், எலிகளையும் அழிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. வளிம நச்சு மருந்துகளுள் மெத்தில் புரோமைடு, ஃபாஸ்ஃபைன், பாராடைக்குளோரோ பென்சீன்,

நாஃப்தலீன், கார்பன் டைசல்ஃபைடு முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

புழுக்களின் தோலுரிப்பைத் தடுக்கும் மருந்து. பூச்சியையும் அதன் புழுக்களையும் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பல மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் புழு தோலுரித்து வளர்ந்து கூட்டுப்புழுவாகி பின்பு முதிர்ந்த பூச்சியாகும். இவ்வாறு புழு தோலுரிப்பதைத் தடுப்பதற்கு மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஃபீனைல் யூரியா வகையைச் சேர்ந்த பூச்சிகொல்லி மருந்து இத்தகைய தன்மையைக் கொண்டுள்ளது. நெதர்லாந்து நாட்டிலுள்ள பிலிப்ஸ்- டிபூப்ஹர் பீவி ஆராய்ச்சி நிலையத்தார் ஃபுளுபென் ஜுரான் என்ற புதிய பூச்சிகொல்லியைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இப்பூச்சிகொல்லி புழுவின் தோலுரிப்பைத் தடுத்துப் பூச்சியின் பெருக்கத்தைக் குறைக்கிறது. டைஃபுளு பென்ஜுரான் BH 60 - 40, DH 60 - 40, டிமிலின் என்னும் பெயர்களில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. பூச்சிகளைக் கொல்லும் உயிரினங்களையும் ஒட்டுண்ணிகளையும் இது பாதிப்பதில்லை. மேலும் மனித இனத்திற்கு இது பாதுகாப்பான மருந்தாகும். பூச்சிகளின் வெளித்தோலில் உள்ள கைட்டின் என்னும் வேதிப்பொருள் தோலுக்கு உறுதியளிக்கிறது. புழு ஒவ்வொரு முறை தோலுரிக்கும் போதும் புதிய தோலில் கைட்டின் பொருள் சேர்க்கப்படுகிறது. டைஃபுளுபென் ஜுரானைப் புழுக்கள் உண்பதால் தோலில் கைட்டின் உற்பத்தியும், அது தோலில் சேர்க்கப்படுவதும் தடுக்கப்படும். எனவே புழு தோலுரிக்கும்போது தோலை உரிக்க இயலுவதில்லை.

டைஃபுளுபென்ஜுரான் ஒரு முதன்மையான குடல் நஞ்சாகும். தொடு நச்சுத் தன்மை இதற்குச் சிறிதளவே உண்டு. இம்மருந்து பூச்சியின் முட்டைகளையும், புழுவையும், கூட்டுப் புழுவையும் அழிக்கும் இயல்புடையது. புழுவின் தோலில் கைட்டின் உற்பத்தியாவதற்குக் கைட்டின் சிந்தடேஸ் என்ற நொதிப்பொருள் தேவைப்படுகிறது. டைஃபுளுபென் ஜுரான் என்னும் பூச்சிகொல்லி கைட்டின் சிந்தடேஸ் என்னும் நொதியைச் செயல்படாமல் தடுக்கிறது. இதனால் கைட்டின் உற்பத்தி பாதிக்கப்பட்டுத் தோலுரிப்பு தடைப்படுகிறது. டைஃபுளுபென்ஜுரான் மருந்து புழு தோலுரிக்கும் பருவத்தில் புதிதாகத் தோன்றும் வெளித்தோலில் கைட்டின் சேர்ப்பதைத் தடுத்து

விடுகிறது. எனவே வெளித்தோல் உறுதியிழந்து விடுகிறது. அதனால் புழு தோலுரிக்க இயலாமல் போய்விடுகிறது. மேலும் தோலுரிக்கும் சமயத்தில் புதிதாகத் தோன்றிய வெளித்தோல், உட்புற அழுத்தத்தைத் தாங்க இயலாத கையால் அது வெடித்துச் சிதறிப் பசுமையான நீர்மத்தை உதிர்த்துப் பிறகு கறுப்பாகி இறந்துவிடுகிறது. இம்மருந்தை உண்ணும் புழு இறந்துவிடுவதுடன், கூட்டுப்புழுவாக மாறுவதும், கூட்டுப்புழுவிலிருந்து இராப்பூச்சி வெளிவருவதும் தடுக்கப்படும். இராப்பூச்சி வெளிவராததால் மீண்டும் முட்டையிட்டுப் புழு வெளிவருவதும் தடுக்கப்படுகிறது. நன்கு வளர்ந்த புழு இம்மருந்தை உட்கொள்வதால் கூட்டுப்புழுவாக மாறுவதும் தடுக்கப்படுகிறது. கூட்டுப்புழுவாக மாறினாலும் அது உருமாறி புழுவிற்கும் கூட்டுப்புழுவிற்கும் இடைப்பட்ட வகையாக இரண்டுக்கும் உரிய உறுப்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இந்த உரு மாறிய கூட்டுப்புழு இரண்டு நாள்களில் இறந்துவிடுகிறது. இம்மருந்து இராப்பூச்சி இடும் முட்டையின் மீது பட்டால், முட்டையிலிருந்து புழு வெளிவருவதைத் தடுக்கிறது.

பருத்தி, சோயாமொச்சை, முட்டைக்கோஸ், பூக்கோஸ், பீட்டுட், ஆப்பிள் ஆகிய பயிர்களைத் தாக்கும். பூச்சிகளை இம்மருந்து நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது. இம்மருந்தைத் தானியங்களுடன் கலந்து வைத்தால் தானியங்கள் பூச்சிகளின் தாக்குதலிலிருந்து தடுக்கப்படுகின்றன. தமிழகத்தில் இதனை ஆய்ந்ததில் நிலக்கடலை, புகையிலை ஆகியவற்றில் தோன்றும் புரோடனியா புழுக்களை நன்கு கட்டுப்படுத்தியது. இம்மருந்து, உண்ட பிறகு தோலுரிக்கும் சமயத்தில் மட்டுமே செயல்படுகிறது. தென்னைக் கருந்தலைப்புழு, கத்தரிப் புள்ளி வண்டு, ஆமணக்குக் காவடிப்புழு ஆகியவற்றையும் இம்மருந்து நன்கு கட்டுப்படுத்துகிறது.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

## பூச்சிச் சூழலியல்

பூச்சிகளின் வாழ்க்கை முறைகளையும், சுற்றுப்புற சூழ்நிலையையும் பூச்சிகளின் வாழ்க்கைக்கும் சுற்றுப்புற சூழ்நிலைகளுக்கும் ஏனைய உயிரினங்களுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்புகளைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்ளும் கல்வி பூச்சிச் சூழலியல் (Insect ecology) ஆகும்.

விலங்குகளையும் தாவரங்களையும் தம் உணவிற்காக வேட்டையாடிச் சேகரித்தபோது சூழலியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களை அறிந்து கொண்டான். டார்வின் என்னும் அறிவியலாரை முதன்மை சூழலியல் அறிஞர் என்று கூறலாம். முதன்முதலில் ஹேக்கல் என்னும் ஜெர்மானிய அறிவியலார் 1866 ஆம் ஆண்டு இத்தகைய கல்விக்குச் சூழலியல் (ecology) எனப் பெயரிட்டார். பின்பு 1930 ஆம் ஆண்டிலிருந்து இத்துறையில் வியத்தகு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. சூழலியல் கல்வியின் அடிப்படையாக விளங்கியவை தாவரங்களேயாகும். தாவரச் சூழலியல் பூச்சிச் சூழலியல் எனப் பல படிநிலைகளும் தோன்றின.

சுற்றுப்புறச் சூழலியல் பூச்சிகளைப் பல்வேறு வழிகளில் பாதிக்கிறது. சில குறிப்பிட்ட பூச்சிகளைச் சில இடங்களிலிருந்து வெளியேற்றியும், சிலவற்றின் முட்டையிடும் திறனைக் குறைத்தும், கூட்டியும், இளம் பூச்சிகளை அழித்தும், குளிர்கால உறக்கம், வெப்ப உறக்கம் (hibernation) போன்றவற்றை ஊக்குவித்தும் பூச்சிகளில் தாக்கமேற்படுத்துகிறது.

சுற்றுப்புறச் சூழலியல் பகுதிகளை உயிரியல் (biotic), உயிரியல் அல்லாத பகுதிகள் (abiotic) எனப் பிரிக்கலாம். ஓரிடத்தில் நிலவும் தட்பவெப்ப நிலை, ஈரப்பதம், ஒளி, காற்றின் வேகம், காற்றழுத்தம், மழையளவு போன்றவற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது. இதனை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். குறிப்பிட்ட நகரம் அல்லது பெருநகரத்தில் காணப்படும் தட்பவெப்பச் சூழ்நிலையை மீ வெப்பநிலை (macroclimate) எனவும் நகரத்தின் சில பகுதிகளில் உள்ள சூழ்நிலையை மிதவெப்ப நிலை (mesoclimate) எனவும் உயிரினங்கள் வாழும் இடத்திற்கு மிக அருகிலோ அதனைச் சுற்றியோ உள்ள சூழலை குறைவெப்பநிலை (microclimate) எனவும் கூறுவர். இதைப் புவியின் பரப்பின் மேல் 2 மீ. உயரத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள பல்வேறு கருவிகள் கொண்டு வானிலை ஆய்வு நிலையங்களின் உதவியால் அறிய முடிகிறது. உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் உயிரினங்களின் வகைகள், அங்கு நிலவும் தட்பவெப்பச் சூழ்நிலை, கிடைக்கும் உணவு வகை போன்றவற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது.

வெப்பநிலை. இது பூச்சிகளைப் பல வழிகளில் பாதிக்கிறது. ஒவ்வொரு பூச்சியும் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் மட்டுமே நன்கு வளர்ச்சியடைகிறது. வெப்பநிலை குறிப்பிட்ட அளவிலிருந்து குறைந்தாலோ, மிகுந்தாலோ அது அந்த பூச்சியின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும். சகாரா



பாலைவனத்தின் வெப்பநிலை  $50^{\circ}\text{C}$ க்கு மேல் இருக்கும்போது, எறும்பு சுறுசுறுப்பாக இயங்கும். கொசு  $40^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை அளவையும், குதிரை ஈ  $42^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை அளவையும், சிரோனிமஸ்  $51^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை அளவையும், பேன்  $24^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$  வெப்ப நிலை அளவையும், வெட்டுக்கிளி  $28.8^{\circ} - 37.1^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலை வரையும், சில வண்ணத்துப் பூச்சிகள்  $8 - 33^{\circ}\text{C}$  வரை வெப்பநிலை அளவையும் ஏற்கின்றன. பூச்சிகள் குளிர் உறக்கம் கொள்ளும்போது  $-80^{\circ}\text{C}$  தாங்கும். கொலம்போலா என்னும் பூச்சி இமயமலையில் நிலவும்  $-10^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையையும் தாங்கும். ஓரிடத்தின் வெப்பநிலை மிக அதிக அளவில் அதிகரிக்கும்போதோ குறையும்போதோ அங்குள்ள உயிரினங்கள் அவ்விடத்தை விட்டு இடம்பெயர்ந்து பிற இடங்களுக்குச் சென்று ஓய்வெடுத்துக் கொண்டோ இனப்பெருக்கத்தை முடித்துவிட்டோ மீண்டும் தம் பழைய இடத்திற்குத் திரும்புகின்றன.

ஈரப்பதம். உயிரினங்களின் உடலில் உள்ள செல்களில் 70-90% நீர் காணப்படும். இளம் தசைகளில் நீரின் அளவு கூடுதலாகவும், முற்றிய தசைகளில் குறைவாகவும் உள்ளன. ஈரப்பதம் குறிப்பிட்ட விழுக்காடு இருந்தால் மட்டுமே சில பூச்சிகள் முட்டையிட்டு முதிர்ச்சியடைகின்றன. மிகையளவு ஈரப்பதத்தைச் சில பூச்சிகளும் குறையளவு ஈரப்பதத்தை சில பூச்சிகளும் ஏற்கின்றன. வெட்டுக்கிளியின் வளர்ச்சி 70% ஈரப்பதம் இருக்கும்போது மிக அதிகமாக உள்ளது. இரவு அந்துப்பூச்சி (noctuid moth) 80% ஈரப்பதத்தில் வாழும். சேமித்த தானியங்களை அழிக்கும் கூன் வண்டு (weevil) கூடுதலான முட்டைகளை ஈரப்பதம் 70% இருக்கும்போது இடுகிறது. கொசு ஈரப்பத அளவு 50 % விடக் குறையும்போது குருதியை உறிஞ்சாது.

ஒளி. சூரிய ஒளி தாவரங்களின் உணவுத் தயாரிப்பதற்கு பயன்படுகிறது. மேலும் பல பூச்சிகள் குறிப்பிட்ட இடங்களில் நிலவும் பருவ காலங்களுக்கு ஏற்ப தம் வாழ்க்கையை அமைத்துக் கொள்கின்றன. அவை ஒரே பருவக் காலத்திற்குள் தம் வாழ்க்கையையும் முடித்துவிடும். அல்லது உறக்கத்தை முட்டைப் பருவத்திலோ புழுப்பருவத்திலோ முதிர்ந்த பூச்சிப் பருவத்திலோ மேற்கொள்ளும். அதற்கு அங்கு நிலவும் ஒளி பெரிதும் உதவுகிறது. நீண்ட நேரப் பகல் பொழுதைச் சில பூச்சிகளும் குறைந்த அளவு பகல் நேரத்தைச் சில பூச்சிகளும் விரும்புகின்றன. ஒளி பூச்சிகளின் இனப்பெருக்க உறுப்பு

வளர்ச்சியடையவும், முதிர்ச்சிய டையவும் உதவுகிறது. ஒளி பூச்சிகளின் உருவ அமைப்பிலும், வடிவிலும் பல்வேறு மாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. சான்றாக சில வண்ணத்துப் பூச்சிகள் கோடைக் காலத்தில் பல்வேறு நிறத்துடனும், இலையுதிர் காலத்தில் ஒரே குறிப்பிட்ட நிறத்துடனும் இருக்கும். பட்டை துளைக்கும் வண்டு தகுந்த ஒளி இருந்தால் மட்டுமே ஏனைய இடங்களுக்குக் கூட்டமாகச் செல்லும். இது சூரிய ஒளி மிகுதியும் படும் மரப்பட்டைகளை மட்டுமே தேர்ந்தெடுத்துத் துளைக்கும்.

காற்று. காற்று ஓரிடத்தில் நிலவும் வெப்பநிலையின் அளவை மாற்றியமைத்துப் பூச்சிகள் பரவுவதற்கு உதவுகிறது. அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி போன்ற மிகச்சிறிய உயிரிகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடத்திற்குப் பரவச் செய்கிறது. கொசு காற்றின் வேகத்திற்கேற்பத் தம் நடவடிக்கைகளை அமைத்துக் கொள்கிறது. காற்றின் வேகம், வீசும் திசை போன்றவற்றைக் கொண்டு கூட்டம் கூட்டமாகக் கண்டம் விட்டு கண்டம் இடம் பெயர்கிறது. பொதுவாகக் குறைந்த காற்றழுத்தம், பூச்சிகளின் செயல்பாட்டை மிகுவிக்கிறது.

நீர். நீரின் அடர்த்தி பூச்சிகளைப் பல வழிகளில் பாதிக்கிறது. சில பூச்சிகள் நீரின் மேல் மிதவைகளின் உதவியால் மிதந்து கொண்டிருக்கும். அதன் உடல் பளபளப்பாக இருப்பதால் நீர் ஒட்டிக் கொள்ளாது. உடலில் உள்ள முடியும் இதற்கு உதவுகிறது. தட்டையாக உள்ள உடல் அமைப்பு, நீரைக் கிழித்துக் கொண்டு எளிதில் நீந்த உதவுகிறது. நீரின் கார அமிலத்தன்மை, நீரின் அழுத்தம், நீரோட்டம் உப்புத்தன்மை போன்றவை அங்கு வாழும் பூச்சிகளின் வகையை வரையறுக்கின்றன.

மழை. பெருமழை, பல பூச்சிகளை அழித்து விடுகிறது. ஆனால் மேகமூட்டமாக இருக்கும்போது பூச்சிகள் விரைவில் பன்மடங்காகப் பெருகிவிடும்.

உணவு. பூச்சிகளின் உணவு வகை அளவு, தரம் போன்றவை அவற்றின் முட்டையிடும் திறன், வளர்ச்சி, கருவுறுதல், பிறப்பு, வளர்ப்பு போன்ற நிகழ்ச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும். சில பூச்சிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் தேவைக்கு மேல் இருந்தால் அவற்றினிடையே உணவு, உறைவிடம், இனப்பெருக்கம் போன்ற பல்வேறு தேவைகளுக்குப் போட்டி ஏற்பட்டுச் சில குறிப்பிட்ட வகைப் பூச்சிகள் இறந்துவிடுகின்றன அல்லது இடம் பெயர்கின்றன.

ரெ. வீரவேல்

## பூச்சி மேலாண்மை

ஒவ்வொரு பயிரிலும் தோன்றும் ஊறு விளைவிக்கும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த நுட்பமான முறைகளை மேற்கொள்வதைப் பூச்சி மேலாண்மை எனலாம். தாவரங்கள், பூச்சிகளாலும் நோய்களாலும் தாக்குதலுக்கு உள்ளாவது இயல்பு. ஏனைய தாவரங்களை விட மக்களின் இன்றியமையாத தேவைகளின் பொருட்டு விளையும் பயிர்கள் பூச்சி நோய்களால் தாக்கப்பட்டு வேளாண்மை உற்பத்தி குறைவதுண்டு. இந்திலை நாட்டின் பொருளாதாரத்தையே சீர்குலையச் செய்வதால் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சி, நோய்கள் பற்றித் தனிக்கவனம் செலுத்துவது மிகவும் இன்றியமையாதது.

பயிர்களைப் பூச்சிகள் தாக்குவது கால நிலையுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. வெப்பம், காற்றின் ஈரப்பதம், மழை, நீடித்த வறட்சி நிலை, உறைபனி முதலியவற்றுடன் பூச்சிகளின் வளர்ச்சியும் அழிவும் அமைகின்றன. நெற்பயிரைத் தாக்கும் தண்டுப் பூச்சி (stem borer) மழை குறைந்து, வெப்பம் மிகுந்த சூழலில் பேரழிவு விளைவிக்கும். மிகு ஈரப்பதமும், குறை வெப்பமும் இலை சுருட்டுப் பூச்சியின் (leaf folder) உற்பத்திக்கு ஏற்றவையாக உள்ளன. ஜூன், ஜூலைத் திங்களில் மேக மூட்டத்துடன் மழை பெய்யும் நிலையில் குருத்துப்புழு, முரடு (gall) உண்டாக்கும் பூச்சிகளின் வளர்ச்சி மிகும். மிகு மழையும் ஈரப்பதமும், முறையான வெப்பமும், தத்துப் பூச்சியின் பெருக்கத்திற்கு ஊக்கமூட்டுவன.

ஒரு பகுதியில் விளையும் பயிரில் தோன்றிய பூச்சியால் அழிவு ஏற்படுவதை இரு வகையாக்கலாம். முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பூச்சி தாக்குவதன் தீவிரத்தை அறிந்திடல் வேண்டும். பயிரின் விளைவு குன்றும் அளவுக்குப் பூச்சியின் தாக்குதல் நேருமாயின், பூச்சிகளின் பெருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். பயிரைத் தாக்கி அதன் விளைவு குன்றாத நிலையில் உள்ள பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த அனைத்து நடவடிக்கைகளையும் மேற்கொள்ள வேண்டும். அழிவு நேரும் அளவுக்கு உள்ள பூச்சியின் அடர்த்தியால் பயிர் இழப்பு ஏற்படும் என்னும் நிலையை, விளைவு குன்றும் நிலை (economic threshold) எனலாம். இது பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஆகும் செலவு, பூச்சி தாக்கியதால் உண்டான இழப்பின் மதிப்பு, பூச்சி தாக்காத தன்மையுள்ள பயிர் வகையை நடுத்தல், பூச்சியின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. விளைவு குன்றும் நிலையின் அடிப்படையில்

பயிர் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளுதல் சிக்கனமாகவும், சுற்றுச் சூழலுக்கு ஏற்புடையதாகவும் அமையும்.

பூச்சிகளின் தோற்றம். பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளின் தோற்றம், பருவம், பயிர், பயிரின் வளர்ச்சி நிலை, காலநிலை, பாசனம் முதலியவற்றை ஒத்து மாறுபடுகிறது. பயிரைப் பூச்சி தாக்குவது காணப்படின் அதனால் பயிர் விளைவு குறையும் வாய்ப்புகள் ஏற்படுமா என்பதைத் தீர்மானித்த பின்னர் தடுப்புப் பணிகளைக் கையாளுதலே நலம். ஒரு குறிப்பிட்ட பயிரை எந்தக் கட்டத்தில் அதாவது நாற்றங் காலில், தூர் கட்டுதல் (tillering), தொண்டை நிலை, கதிர் வெளியாதல், பால்பருவம் (milk stage) மணி முற்றும் பருவம் போன்றவற்றில் பூச்சியின் எண்ணிக்கையை கவனிக்க வேண்டும். பறக்கும் பூச்சிகள் இடும் முட்டையிலிருந்தே பெரும்பாலான புழுக்களும், வண்டுகளும், தோன்றுகின்றன. இப்பூச்சிகள் பெரும்பாலும் ஒளியால் கவரப்படுகின்றன. இரவில் விளக்குப் பொறி (light trap) அமைத்து இப்பூச்சியின் தீவிரத்தை அறிந்து கொள்ளலாம். தேர்ந்தெடுத்த சில இடங்களில் இப்பொறிகளை அமைத்துப் பூச்சிகள் மிகுதியாக உள்ள பகுதியில் பயிர் பாதுகாப்புப் பணியைத் திட்டமிட்டுத் தொடங்கலாம். பூச்சியின் தாக்குதல் ஓராண்டிற்கு மேல் தொடருமானால் இதை முறையாக அளவிடுவதற்குத் தகுதி வாய்ந்த பணியாளர்களை ஒவ்வொரு சிறு பகுதியிலும் அமர்த்திப் பூச்சிகளின் தோற்றக் காலம், அவற்றின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றை கணக்கிட வேண்டும். இவ்விபரங்களின் மூலம் பூச்சி தோன்றுவதை இருவாரங்களுக்கு ஒரு முறை உழவர்களுக்கு முன்கூட்டியே அறிவித்துப் பயிர்களைப் பாதுகாக்கலாம்.

பயிர் விளைவைப் பெருக்கிடும் அளவி. பூச்சியியல் வல்லுநர், நோயியல் வல்லுநர், மண்ணியலார் (soil scientists), உழவியலார் (agronomists) முதலியோர் அடங்கிய குழுவினை அமைத்துப் பயிர் விளைவினைப் பெருக்கும் வழி முறைகள் பற்றிய அளவை மேற்கொள்ளுதல் மிகவும் பயனுள்ளது. பரவலாக நெல் விளையும் பகுதியில் இக்குழு உறுப்பினர்கள் தீவிரமாக ஆய்ந்து பயிர் விளைவைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளை இனம்கண்டு, அவற்றைத் தவிர்த்திடும் வழி முறைகளை உருவாக்கி நடைமுறைப்படுத்துதல், பயிரிடும் முறைகளில் உள்ள குறைபாடுகளையும், சிக்கல்களையும் களைதல், பூச்சி-பூசணம் தாக்கியதால் உண்டாகும் பயிர் இழப்பினைத்



தடுக்கும் நடவடிக்கைகளைச் சிக்கனப்படுத்துதல், இடுபொருள்கள் (inputs) பயன்படுத்துவதனை முறைப்படுத்தல், ஆய்வுக்கூடங்களில் கண்ட தொழில் நுட்பங்களை வயல்களில் கையாளுதல் போன்ற பரிந்துரைகளை இக்குழு செயல்படுத்தும்.

விளக்குப் பொறிகளை அமைத்துப் பயிர் விளையும் பகுதி, வைக்கோல் போர், கட்டடங்கள் முதலியவற்றில் பூச்சி தோன்றும் காலம், பருவம், அதன் நீடிப்பு ஆகியவற்றை கணித்துப் பூச்சிகளின் தீவிரத்தை அறியலாம். ஒளியால் ஈர்க்கப்படும் தண்டுத் துளைப்பான், இலைத் தத்துப்பூச்சி, செடித் தத்துப்பூச்சி, படைப்புழு (army worm), இலைச் சுருட்டுப் புழு (leaf roller) ஆகியவற்றின் தோற்றம் பற்றித் தெரிந்து கொண்டு தடுப்பு முறைகளை அவ்வப்போது மேற்கொள்ளலாம். ஒட்டும் பொறி (sticky trap) மற்றும் உறிஞ்சும் முறை மூலம் பூச்சிகளின் தீவிரத்தை அறியலாம்.

புகல் தாவரம் (Host plant). பயிர்களை மட்டும் தாக்காது செடி, குறுமரம் முதலியவற்றிலும் பூச்சிகள் சிறிது காலம் வாழ்கின்றன. ஏனெனில் வயலில் ஆண்டு முழுதும் ஒரு குறிப்பிட்ட பயிர் தொடர்ந்து இருப்பது அரிது. ஆனால் ஆண்டிற்கு மூன்று போகம் நெல் விளையும் நிலங்கள் இதற்கு விலக்காகும். இங்கு இப்பயிரைத் தாக்கும் பூச்சிகள் தொடர்ந்து வளரும். ஒரு பருவத்தில் விளைந்த பயிர் அறுவடையானதும், பூச்சிகள் அண்மையில் உள்ள தாவரங்களில் சிறிது காலம் தங்கிப் பெருகும். அல்லது இலைகளின் உருமாற்றத்தின் (transformation) ஒரு கட்டம் இத்தாவரத்தின் மீது நிகழும். அல்லது மறுமுறை பயிர் வளரும் வரை இத்தாவரத்தில் இவை வளரும். அவ்வகையில் இத்தாவரம் இப்பூச்சிகளுக்குப் புகலிடம் அளிக்கிறது.

சில பூச்சிகள் பயிருக்குப் பயிர் தாவிச் செல்லும் தன்மையுடையவை. இவ்வாறு இடம் மாறும்போது ஒரு பயிரின் மீதுள்ள சில ஊறுவிளைவிக்கும் வைரஸ் பாக்க்டீரியாக்களின் மீது பூச்சிகளின் உடற்பகுதிகள் படும். இப்பகுதிகளின் மீதுள்ள நுண்ணுயிரிகள், பூச்சிகள் மற்றச் செடிகளின் மீது உட்காரும்போது அவற்றின் மீதும் நுண்ணுயிரிகள் பரவுகின்றன. இவ்வாறு பல நுண்ணுயிரிகளைச் சுமந்து பரப்பும் பூச்சிக்குப் பரப்பி (vector) என்று பெயர். இந்நுண்ணுயிரிகளால் பரவும் நோய்களைத் தடுத்திட இவற்றைப் பரப்பும் பூச்சிகளைக்

கட்டுப்படுத்துவது முதன்மையானது. இதனையடுத்து நுண்ணுயிரிகளைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

பயிர் பாதுகாப்பு முறைகளை வேதி முறை, உயிரியல் முறை, உழவியல் முறை என்று வகைப்படுத்தலாம்.

வேதி முறை. பயிரைப் பூச்சி எவ்வாறு தாக்குகிறது என்பதைப் பொறுத்து வேதி முறை அமையும். சாற்றை உறிஞ்சும் பூச்சிகளைத் தடுக்கும் உள் நச்சு (stomach poison) அடங்கிய மருந்தைத் தாவலாம். அல்லது தெளிக்கலாம். சான்றாக, பயிரைத் தாக்கும் பழுப்புத் தத்துப் பூச்சியை இவ்வாறு அழிக்கலாம். பழுப்புத் தத்துப் பூச்சி பண்டைக் காலம் தொட்டே ஜப்பான் நாட்டில் நெல் பயிரைத் தாக்கி வருகின்றது. இந்தியாவில் இது 1958, 1962 ஆண்டுகளிலும், கேரளத்தில் 1973 ஆம் ஆண்டிலும் பழுப்புத் தத்துப் பூச்சி தீவிரமாகத் தாக்கியது. தமிழ்நாட்டில் சில ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை இதன் தாக்குதல் மழைக்காலத்தில் மிகுந்த அழிவு விளைவிக்கிறது. இப்பூச்சி பெரும்பாலான நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

ஓரளவு எதிர்க்கும் தன்மையுள்ள இரகங்களான கோயமுத்தூர் 42 மற்றும் திரிவேணி போன்றவைகளில் அவற்றின் வயது 60 நாட்கள் உள்ளபோது தூருக்கு 2.6 பூச்சிகள் இருப்பின் பயிர் இழப்புக் குறைவாகவும், 40 நாட்கள் வயதான பயிரினை இதே அளவு பூச்சிகள் தாக்கியபோது இழப்பு கூடுதலாக இருந்தது. ஆகவே விளைவு மற்றும் நிலையினைத் தீர்மானித்திடப் பயிரின் வளர்ச்சி நிலை, பூச்சிகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் அங்கு நிலவும் கால நிலை முதலியவற்றையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

பயிரினைத் தாக்கும் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையினை ஒரு தூர் அல்லது குத்தில் உள்ள பூச்சி, வீசு வலை (sweep net) முறை, விளக்குப் பொறி, ஒட்டும் பொறி, மஞ்சள் தட்டு நீர்ப்பொறி மற்றும் காற்று வலை முதலியவைகளின் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

பூச்சிகளைக் குளோரோ பைரிஃபோஸ், கார்போஃபுரான் நுண் குறுணை, ஃபாஸ்பார்மிடான் (phospharmidon) போன்ற மருந்துகளால் கட்டுப்படுத்தலாம். பயிரின் அடிப்பகுதியில் இருந்து இப்பூச்சிகள் சாற்றை உறிஞ்சுவதால் இப்பகுதியில் படுமாறு பூச்சிக்கொல்லி மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும். பூச்சிக் கொல்லியின் நச்சுத்தன்மை நீடித்திட ஐசோஃபென்ஃபாஸ், D.D.T., கார்பாரில்,

அசெஃபேட், ஃபோசலோன், டைமெதோயேட், குனிநால்ஃபாஸ், ஃபாஸ்பாமிடோன், ஃபெந்தியன், குளோர், ஃபெல்லின்ஃபோஸ், எண்டோசல்ஃபான், மாலதியோன் ஆகியவற்றை பயன்படுத்தலாம்.

சில மருந்துகளால் பெண் பட்டாம்பூச்சி மிகுதியாகவும், ஆண் பூச்சி குறைவாகவும் அழியும். இப்பூச்சியின் வாழ்வு வட்டத்தில் முட்டை, புழு, கூட்டுப்புழு, தத்தும் பூச்சி ஆகிய நான்கு கட்டங்களில் ஒவ்வொன்றையும் மருந்து தாக்குவது மிகவும் பயனுள்ளது. நெல் விதையை 0.05% கார்போஃபுரான் கரைசலில் 12 மணி நேரம் ஊறவைத்து விதைப்பதால் இப்பூச்சியை நன்கு கட்டுப்படுத்தலாம். பயிரை நடுவதற்கு முன் வயலில் குறுணை மருந்து இடுவதால் இப்பூச்சியைத் திறம்படத் தடுக்கலாம். பூச்சியின் முட்டைகளை 5% கார்போஃபுரான் கார்பாரில் கரைசலைத் தெளித்து அழிக்கலாம். கார்போஃபுரான் டிய சிநோன், பூஃபென்கார்ப் டிரியேசோஃபாஸ் குறுணைகளை வயல் நீரில் கலப்பதாலும் இப்பூச்சிகளின் முட்டைகளை அழிக்கலாம். ஐசோபுரோகார்ப் 4 G என்னும் மருந்து இப்பூச்சியின் முட்டைகள் பொறிப்பைத் தடுக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. இம்மருந்துகளை உரிய காலத்தில் தெளிக்கத் தவறினால், இலைகளின் சந்துகளிலுள்ள முட்டைகள் குஞ்சு பொரித்துப் பெருகும்.

உயிரியல் தடுப்பு முறை. பழுப்புத் தத்துப்பூச்சி, பல நோய்களாலும், ஒட்டுண்ணிகளாலும் ஏனைய பூச்சி இனங்களாலும் தாக்கப்படுகிறது. ஆறு வகையான சிலந்திப் பூச்சிகள் பழுப்புத் தத்துப் பூச்சிகளை உண்டு வாழ்கின்றன. 19 வகையான ஒட்டுண்ணிகள் இதன் முட்டைகளை உண்கின்றன. 16 வகையான ஒட்டுண்ணிகள் இதன் புழுக்களைத் தாக்குகின்றன.

பயன்படுத்தும் முறைகளால் தடுத்தல் (Cultural Control). தொடர்ந்து நெல் பயிரிடாது இரு நெல் பயிரிகளுக்குப் பின் வயலைச் சிறிது காலம் தரிசாக விடுவதாலும் ஒரு முறை நெல் நட்ட பின் மற்ற வகையான ஒரு பருவப் பயிரை விளைவிப்பதாலும் பூச்சியின் வாழ்க்கைச் சுற்று தடைப்படும். வேறு வகையைச் சார்ந்த ஒரு பருவப் பயிர் இப்பூச்சிக்குப் புகலிடம் தராத இனமான சோயா மொச்சை, உளுந்து, சர்க்கரைவள்ளி போன்ற வையாக இருக்க வேண்டும். இப்பூச்சி வளரும் பொறிப் பயிரில் (trap crop) மட்டும் பெர்தேன் மருந்தைத் தூவி

இப்பூச்சியை நன்கு கட்டுப்படுத்தலாம். நெல் பயிர் அறுவடையான பின் வயலில் உள்ள அறுதாளில் (stubble) இப்பூச்சிகள் வளரும். மேலும் களைகள் மிகுந்துள்ளபோது இப்பூச்சிகள் வளர்கின்றன. இதனால் தரிசு நிலம், வரப்பு, வாய்க்கால் போன்ற பகுதிகளிலுள்ள தாவரங்களை அழிக்க வேண்டுமென்பதில்லை; ஏனெனில் இத்தாவரங்களின் தத்துப் பூச்சிகளை உண்டு வாழும் பயனுள்ள பூச்சிகள் இருக்கக்கூடும். மேட்டுப்பாங்கான வயல்களைவிடத், தாழ் பகுதி வயல்களில் இப்பூச்சி மிகுதியாக உள்ளது. நீர் தேங்கும் வயலில் இப்பூச்சியின் தாக்குதல் மிகுதியாகிறது. தழைச்சத்து உரம் மிகுதியாக இட்ட வயலில் ஒரு குத்துக்கு 5 பூச்சிகள் இருந்தன. ஆனால் ஹெக்டேருக்கு 150 கி.கி. தழைச்சத்து உரமிட்டபோது ஒரு குத்துக்கு 106 பூச்சிகள் காணப்பட்டன.

மிகவும் நெருக்கமாக நட்ட வயலில் சூரிய ஒளி படுவது அரிது. போதிய இடைவெளியில் 15 - 20 செ.மீ. வரை நாற்று நட்ட வயலில் இப்பூச்சியின் தாக்குதல் குறைவு. நெல் விளைவிக்கும் பகுதியில் முன் பருவத்தில் நட்ட பயிரில் இப்பூச்சியின் தாக்குதல் குறைவு. ஆனால் பின் பருவப் பயிரில் தாக்குதல் மிகுதி. தொடக்கத்தில் இதன் எண்ணிக்கை குறைந்து, பின்னர் மிகுதியாவதால் இதைப் பொறுத்துச் சேதமும் மாறுபடும். குறுகிய கால (110 நாள்) நெற்பயிரில் இருமுறையும், நீண்ட வயதுடைய (130 நாள்) பயிரில் மூன்று முறையும் இப்பூச்சியின் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. மூன்றாம் இனப் பெருக்கத்தில் அதாவது இறுதிப் பருவத்தில் பயிருக்குப் பேரழிவு நிகழும்.

கே. ஆர். திருவேங்கடசாமி

## பூச்சியியல்

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் மிகவும் தனித் தன்மை வாய்ந்த பூச்சிகள் கணுக்காலிகளின் (arthropoda) தொகுதியைச் சார்ந்தவையாகும். உலகில் அறியப்பட்டுள்ள விலங்குகளில் நான்கில் மூன்று பகுதி பூச்சிகளாகும். மனிதன் தோன்றிய காலந்தொட்டு அவனுக்குப் பல விதங்களில் போட்டியாகவும் சில விதங்களில் நன்மையளித்தும் வாழ்ந்து வருபவை பூச்சிகள். பூச்சிகளைப் பற்றிய முழுமையான விவரம் தரும்



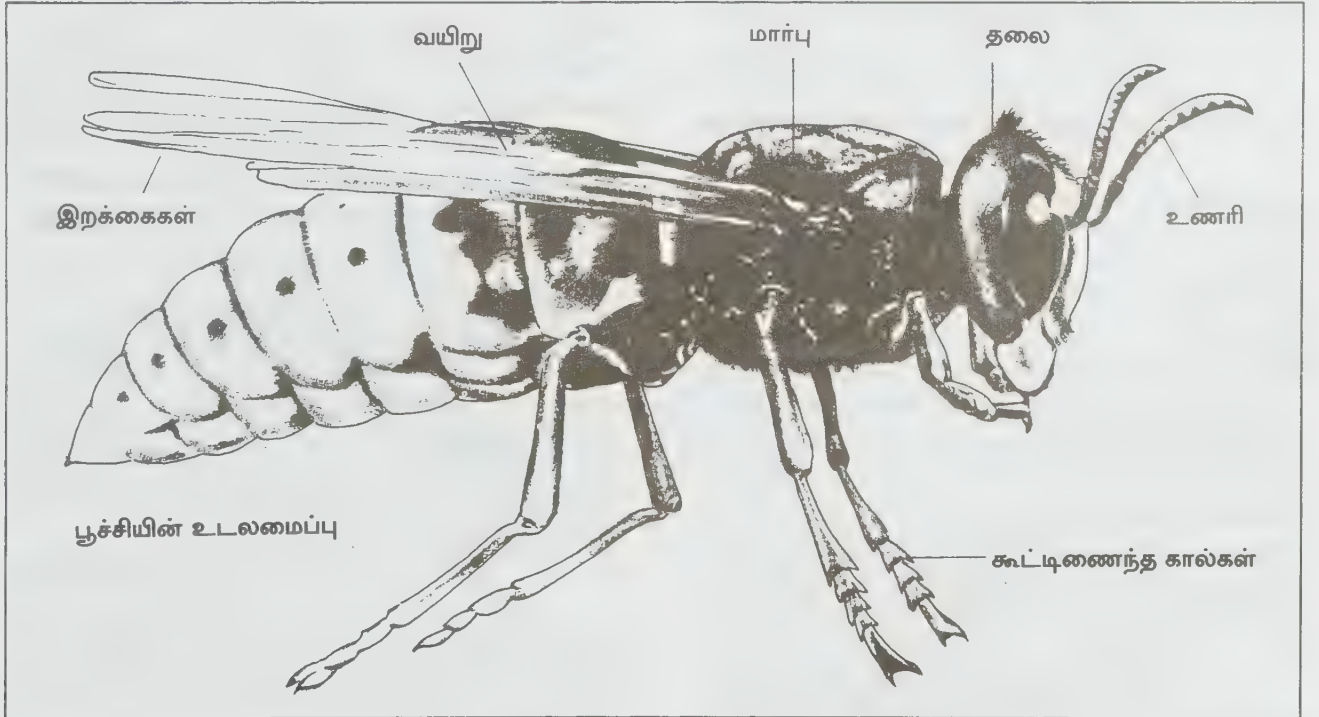
விலங்கியல் பிரிவு பூச்சியியல் (entomology) ஆகும். இப்பிரிவு பூச்சியின் வகைப்பாடு, வெளித் தோற்றம், உடற் செயலியல் அவற்றின் சூழ்நிலை பற்றி விளக்கிக் கூறுவதாகும். மேலும் இப்பிரிவு மனித நலத்திற்குப் பூச்சிகளின் பங்கையும், தீமை தரும் பூச்சியினங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளையும், பயன் தரும் பூச்சிகளை முறையாகப் பராமரிக்கும் வழி வகைகளையும் தொகுத்துத் தருகிறது.

மனிதனோடு பூச்சிகள் நெடு நாள் தொடர்புடையன என்றாலும், அவற்றைப் பற்றிய குறிப்புகள் சில ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவையே. இக்குறிப்புகள் பெரும்பாலும் தேனீ வளர்ப்பு, பட்டு வளர்ப்பு, மெழுகுத் தயாரிப்பு, பூச்சிகள் அழிவுயிரிகளாகச் (pests) செயலாற்றும் விதம் பற்றியவையாகும். அரிஸ்டாட்டிலே முதன்முதலாகப் பூச்சிகளைப் பற்றிய தகவல்களைத் தொகுத்து ஓர் அறிவியல் பிரிவினைத் தந்தார். அவர் பூச்சிகளை என்டோமா (entoma) என்று பெயரிட்டு அவற்றின் உடல் தலை, மார்பு வயிறு என்று முப்பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்

பட்டுள்ளமையும் கண்டறிந்தார். குருதியில்லாப் பிற விலங்குகளிலிருந்து பூச்சிகளை அவர் வேறுபடுத்தினார். அவர் காலத்திற்கு பின் பல அறிஞர்கள் பூச்சியியல் வளர்ப் பெரும் பங்காற்றினார்.

தற்காலப் பூச்சியியலை, அடிப்படைப் பூச்சியியல், செயல்முறைப் பூச்சியியல் என்று இருவகைப்படுத்தலாம். பூச்சிகளின் அடிப்படைப் பண்புகளான வகைப்பாடு, வெளித்தோற்றம், உள்ளமைப்பு, உடற் செயலியல், சூழ்நிலை ஆகியவற்றைப் பற்றி அறிவது அடிப்படைப் பூச்சியியலாகும். இப்பிரிவு மனிதனின் அன்றாட வாழ்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கைப் பற்றிக் கூறுவதாகும். பொதுவாகப் பூச்சிகளால் ஏற்படும் தீமைகளையும் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளையும், பயன் தரும் பூச்சிகளை மனிதனுக்கு ஏற்றவாறு பெருக்கும் வழி வகைகளையும் விளக்கும்.

மருத்துவப் பூச்சியியல், செயல் முறைப் பூச்சியியலின் ஒரு கிளையாகும். இப்பிரிவு மனிதனுக்கு நேரடியாக நோய் உண்டாக்கும் பூச்சிகள் அல்லது நோய் உண்டாக்கக்கூடிய



பூச்சியின் உடலமைப்பினை விளக்கும் படம்

உயிரிகளைத் தாங்கிச் செல்லும் பூச்சி அல்லது நோய் பரப்பும் இணைக்காலிகளைப் பற்றிக் கூறுவதாகும். குறிப்பாக இது மக்கள் உடல் நலம் பற்றியதாகும். மனிதனுக்கு ஏற்படும் பெரும்பாலான நோய்களுக்கு இணைக்காலிகளே காரணம் என்று உலக நலவாழ்வு நிறுவனம் (W.H.O) மதிப்பிட்டுள்ளது. குடல்புண் காய்ச்சல், பிளேக், முறைக் காய்ச்சல், யானைக்கால் நோய், தூங்குநோய் போன்றவை பூச்சிகளால் பரவுவனவாகும்.

கால்நடைப் பூச்சியியல் (veterinary entomology) பூச்சிகளுக்கும், கால்நடைகளுக்கும் உரிய தொடர்பை விளக்குவதாகும். இது பூச்சிகளால் அவற்றைக் கட்டுப் படுத்தும் வழி முறைகளைப் பற்றியும் விளக்குவதாகும். கால்நடைப் பிரிவில் வன விலங்குகளும் அடங்கும். வேளாண் பூச்சியியல் என்னும் பிரிவு வெட்டுக்கிளி, லோக்கஸ்ட் (locust) போன்ற பூச்சிகளால் பயிர்களுக்கு ஏற்படும் பேரிழப்பையும், சேகரித்து வைக்கப்படும் பொருள்களுக்குப் பூச்சிகளால் ஏற்படும் அழிவையும், அவற்றைத் தவிர்க்கும் வழிவகைகளையும் விளக்கிக் கூறுவதாகும். வனப்பூச்சியியல் என்பது வேளாண் பூச்சியியலில் ஒரு பகுதியாகும். இது குறிப்பாக வனப் பயிர்களுக்கும் பூச்சிகளுக்கும் உள்ள உறவைக் குறிப்பதாகும்.

கு. சம்பத்

## பூச்சியைக் கொல்லும் பூசணம்

பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்திப் பயிர் விளைச்சலைப் பெருக்குவதில் பூச்சியைக் கொல்லும் பூசணம் (entomogenous fungus) துணை நிற்கிறது. மற்ற விலங்கினங்களுக்கு ஏற்படுவதுபோல் புழு, பூச்சிகளுக்கும் பூசணங்களால் நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. பெரும்பாலும் அனைத்து நோய்களும் புழு, பூச்சிகளை உடனடியாகவோ சில நாட்களிலோ கொன்று விடுகின்றன. சில நோய்கள் விரைவில் பரவிச் சில இனப்பூச்சிகள் முழுவதையுமே அழித்துவிடும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதனால் மனித இனத்திற்குப் பல வகைகளில் நன்மையும் சில சமயங்களில் தீமையும் விளைகின்றன.

மக்களுக்கு நன்மை சேர்க்கும் தேனீ, பட்டுப்புழு ஆகியவற்றைப் பூசணங்கள் தாக்கி அளிப்பதால் பேரிழப்பு ஏற்படுகிறது. ஆயினும் பயிர்களைத் தாக்கி அழிவு விளைவிக்கும் புழு, பூச்சிகளைச் சில பூசணங்கள்

அழிப்பதால் நன்மை ஏற்படுகிறது. முகக்கொட்டை இலையை உட்கொண்டு வாழ்ந்து கூடுகட்டி அந்தக் கூட்டிலுள்ள பட்டு நூலை அளிக்கும் பட்டாம்பூச்சி இனங்களையும் பூசணங்கள் தாக்கி கொடிய நோய்களை உருவாக்குகின்றன. மெட்டாரைசியம் பவேரியா என்னும் பூசணங்கள், பட்டுப்பூச்சிகளைத் தாக்கிப் பேரழிவை ஏற்படுத்துகின்றன. இவை பட்டுப்பூச்சி வளர்க்கும் அனைத்து நாடுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

தென்னையில் காண்டாமிருக வண்டினால் (rhinoceros beetle) பேரிழப்பு ஏற்படுகிறது. இதைக் கட்டுப்படுத்த மெட்டாரைசியம் அனிசோபிலியே (metarhizium anisopliae) என்னும் பூசணம் பயன்படுகிறது. காஃபியைத் தாக்கும் பச்சை வண்டை கட்டுப்படுத்த வெர்டிசிலியம் லெகாணை (verticillium licanii) என்னும் பூசணம் துணை புரிகிறது. பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் திறன் வாய்ந்த பூசணங்கள், நுண்ணுயிரிகள் பற்றிய ஆய்வு பெருகி வருகிறது.

தற்போது வேதிப் பொருள்களைக் கொண்டு பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளை அழிக்க முனைவதால் சூழ்நிலைக்கும் புவி சார்ந்த பல உயிரினங்களுக்கும், நாளடைவில் மனித வாழ்விற்கும் இடையூறுகள் விளைகின்றன. D.D.T போன்ற பூச்சிகொல்லிகளையும், கொசுவையும், பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளையும் அழிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தினால் அவை கேடு விளைவிக்கும் பூச்சிகளை மட்டுமல்லாமல் ஏனைய உயிரினங்களையும் அழிக்கவோ தாக்கவோ செய்கின்றன. வீடுகளைச் சுற்றித் தூவப்படும் இவ்வகை வேதிப் பொருள்கள் உணவுடன் கலந்து உடலினுள் சென்று பலவகை கேடுகளை விளைவிக்கின்றது. இம்மருந்துகள் தூண்டப்பட்ட தீவனத்தைக் கறவைப்பசு உட்கொண்டால் பாலிலும் நச்சுத்தன்மை காணப்படும். ஆகையால் பூச்சிக்கொல்லிகளையும் வேதிப் பொருள்களையும் பயன்படுத்திப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் முறையைக் கைவிட அறிவியலார் அறிவுறுத்துகின்றனர்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். S.Jayarani, *Integrated Pest and Disease Management*, Proceedings of the Natural Seminar, Tamilnadu Agricultural University, Coimbatore, 1985.



## பூச்சி வினையியல்

பூச்சிகளும் ஏனைய உயிரினங்களைப் போலவே தம் உடல் வளர்ச்சிக்கும் மற்றத் தேவைகளுக்கும் வேண்டிய ஆற்றலைப் பல்வேறு உணவுப் பொருள்களை உட்கொண்டு பெறுகின்றன. இவை உலகில் காணப்படும் அனைத்து வகையான தாவரங்கள், விலங்குகள் போன்றவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. பொதுவாகப் பூச்சிகளின் உணவு பழக்கத்திற்கு ஏற்ப அவற்றை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை அனைத்துண்ணிகள் (omnivorous), தாவர உண்ணிகள் (herbivorous), மட்டுண்ணிகள் (carnivorous), ஊனுண்ணிகள் (scavengers) என்பன.

அனைத்துண்ணிகள் அனைத்து வகை பொருள்களையும் உணவாக உட்கொள்ளும். தாவர உண்ணிகள் செடி, மரம், கொடி போன்ற தாவரங்களின் இலை, தண்டு, வேர், மலர், காய், கனி ஆகியவற்றை உண்ணும். ஊனுண்ணிகள் சிறிய பூச்சிகளை உயிருடனோ இறந்த பிறகோ உண்ணும். மட்டுண்ணிகள் இறந்து போன பூச்சிகள், பிற விலங்குகள், அழுகும் பொருள்கள் முதலியவற்றை உண்ணும்.

பூச்சிகளின் வாயுறுப்பில் உணவுப் பழக்கத்திற்கேற்பப் பல மாறுதல்கள் தென்படுகின்றன. திண்மப் பொருள்களை உண்ணும் பூச்சிகளுக்குக் கடித்து மென்று சுவைக்கும் வாயுறுப்பும், நீர்ம பொருளை உறிஞ்சி வாழும் பூச்சிகளுக்கு உணவின் மேற்பகுதியைத் துளைப்பதற்கும் சாற்றை உறிஞ்சுவதற்கும் ஏற்ற வாயுறுப்பும் காணப்படுகின்றன.

பொதுவாகக் கார்போஹைட்ரேட் புரதம் அல்லது அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின் போன்றவை பூச்சிகளின் வகைக்கேற்ப வெவ்வேறு அளவுகளில் அவற்றிற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றை தாம் உண்ணும் உணவிலிருந்து அவை பெறுகின்றன. பூச்சிகள் தம் உணவு பொருளை தம் உடலில் காணப்படும் உணர்வு உறுப்புகளான கண்கள், தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகள் இவற்றின் உதவியால் கண்டறிந்து உண்கின்றன.

செரிமானம். பூச்சிகள் உணவை உண்டதும் செரிமானத்தின்போது கார்போஹைட்ரேட்டுகள் தனிச் சர்க்கரைப் பொருளாகவும், புரதம் அமினோ அமிலமாகவும் மாற்றப்பட்டுக் குடலினுள் உறிஞ்சித் திசுக்களுக்குச் செல்லும். இவ்வகை வேதி மாற்றங்கள் தனிச் செயல் ஊக்கிகளான செரிப்பு நொதிகளால் ஏற்படுகின்றன.

இந்நொதிகள் உமிழ்நீரிலும் பிற குடல் செரிப்பு நீர்களிலும் காணப்படுகின்றன. செரிமானம் ஆகாத பொருள்கள் மலத்துளை வழியே வெளியேறுகின்றன.

குருதிச் சுழற்சி. பூச்சிகளில், மனிதர்களுக்கு இருப்பதுபோல் குருதி ஓட்டத்திற்கென தனியே குருதி நாளங்கள் கிடையா. குருதி உடலில் முழுதும் நிறைந்துள்ள மையால் உடல் உறுப்புகள் இதனுள் மூழ்கியிருக்கும். இது வெளி உறுப்புகளின்னும் ஓடும். உடலின் மொத்த பரிமாணத்தில் 15 - 75% குருதி உள்ளது. குருதி பெரும்பாலும் நிறமற்றதாகவே இருக்கும். சில பூச்சிகளின் குருதி சிவப்பாகவும் இளம் பச்சையாகவும் காணப்படும். குருதியில் பிளாஸ்மா நீர்மமும் குருதிச் செல்களும் மிகுந்துள்ளன.

உணவுக் குழலின் மேல் நேராகக் குழல் போல அமைந்துள்ள இதயம், பெருந்தமனி ஆகிய உறுப்புகள் குருதி ஓட்டத்தைச் சீராக நடைபெறச் செய்கின்றன. இதயம் சீரான தொடர்ந்த சுருங்கலால் குருதியை அதன் அறைகளில் முன்னோக்கிச் செலுத்துகிறது. முன்னோக்கிச் செல்லும் குருதி பெருந்தமனி வழியாக வெளிவந்து உடலின் வெளி உறுப்புகளுக்குப் பாய்கிறது. இதயத்தில் உள்ள தடுக்கிதழ்கள் (valve) குருதி இதயத்திற்குள் பாய்வதற்கு மட்டுமே அனுமதிக்கும். ஆனால் குருதி வெளி வர முடியாது. இதயத்தைப் பல்வேறு தசைகள் சீராக இயங்க வைக்கின்றன.

கழிவு உறுப்புகள். கழிவு உறுப்புகளின் அடிப்படைச் செயல் உடல் சூழலை ஒரே சீராக சம நிலையாக வைத்திருப்பதும் குருதியில் அவ்வப்போது உண்டாகும் நைட்ரஜன் கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றுவதும் ஆகும். பூச்சிகளின் முதன்மைக் கழிவு உறுப்புகள் மால்பீஜியன் குழல்கள் ஆகும். அசுவுணி, கொலம்போலா போன்றவற்றில் இவ்வகைக் குழல்கள் கிடையா.

மால்பீஜியன் குழல்கள். நடுக்குடலுக்கும் பின் குடலுக்கும் இடையே காணப்படுகின்றன. இவை நீண்ட மெல்லிய குழல்கள் போல் 2 - 200 இருக்கும். இவை அமைப்பிலும் செயலிலும் மாறுபட்டிருக்கும். ஒரு முனை குடலில் திறந்தபடியும் மறுமுனை மெல்லிய சவ்வால் மூடியிருக்கும். மூடியுள்ள முனை வழியே குருதியிலுள்ள கழிவுப் பொருள்கள் உறிஞ்சப்பட்டு அவை பல்வேறு மாற்றம் பெற்றுக் குடலில் கலக்கின்றன. இறுதியாக

அங்கிருந்து ஏனைய கழிவுப் பொருள்களுடன் சேர்ந்து மலக்குடல் வழியே வெளியேறுகின்றன.

சுவாசம். பூச்சிகளில் உள் சுவாசக் குழல் அல்லது காற்றுக் குழலால் ஆன தொகுப்பே (tracheal system) சுவாசத்திற்குப் பயன்படும். இக்குழல்கள் உடலின் அனைத்து உறுப்புகளுக்கு இடையிலும், வெளி உறுப்புகளுள்ளும் கிளைத்திருக்கும். இவற்றின் நுண் கிளைகளுக்கு சுவாச நுண் கிளைகள் (tracheoles) என்று பெயர். வெளிக்காற்று சுவாசத் துளைகள் (spiracles) வழியே உடலில் நுழையும். அவ்வாறு நுழைந்தவுடன் சுவாசக் குழல்கள் வழியே உடலின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் பரவும். பின்பு காற்பன் டைஆக்சைடு உடலை விட்டு வெளியேறும். சில பூச்சிகளின் உடலில் காற்றுப் பைகள் உள்ளன. இவை அவற்றின் எடையைக் குறைத்து விரைவாகவும் எளிதாகவும் பறக்க உதவுகின்றன. நீர் வாழ் பூச்சிகள் சவ்வூடு பரவல் மூலமோ செவுள்கள் மூலமோ நீரிலுள்ள ஆக்சிஜனைப் பெற்று சுவாசிக்கின்றன.

நரம்பு மண்டலம். பூச்சிகளில் நரம்பு மண்டலத்தை மைய நரம்பு மண்டலம், உள்ளுறுப்பு நரம்பு மண்டலம், பக்க அல்லது பரப்பு நரம்பு மண்டலம் எனப் பிரிக்கலாம். மைய நரம்பு மண்டலம் மூளை, நரம்பணுத்திரள், கீழ் நரம்பு வடம் என்னும் பகுதிகளை உடையது. மூளை தொடர்பு நரம்பணுக்களால் ஆனது. இதனை முன் பெருமூளை, மேற்பெரு மூளை, மூன்றாம் பெரு மூளை என பிரிப்பர். தலையிலுள்ள இவை பல்வேறு உறுப்புகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். மேலும் உள்ளுறுப்பு நரம்பு மண்டலமும் பரப்பு நரம்பு மண்டலமும் உடலின் வெவ்வேறு உறுப்புகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும்.

இனப்பெருக்க உறுப்பு. பூச்சியினங்களில் பல வகை இனப்பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. ஆண் பூச்சிகளுக்கு விந்து சுரப்பி, விந்து நுண் நாளம், விந்து நாளம், விந்துப்பை, துணை சுரப்பி, விந்து வீச்சு நாளம், புணர்ச்சி உறுப்பு போன்றவையும் பெண் பூச்சிகளுக்கு சூல் சுரப்பி, சூல் பை, சூல்நாளம் பொதுச் சூல் நாளம், விந்து கொள்பை, துணை நாளம், புணர்ச்சி புழை போன்றவையும் இருக்கும். ஆண் பூச்சி பெண் பூச்சியை விட உருவத்தில் சிறியதாக இருக்கும். ஆண் பூச்சி தன் புணர்ச்சி உறுப்பால் பெண் பூச்சியுடன் ஒரு முறையோ பலமுறையோ புணர்ந்து விந்தைச் செலுத்தும். இதனால் பெண் பூச்சி முட்டையிடத் தொடங்கும். முட்டையிலிருந்து பூச்சிகள் தாயின்

உருவத்துடனோ வேறு வடிவத்துடனோ வெளிவரும். நாளடைவில் இவை பல முறை தோலுரித்து (molting) வளர்ச்சியடைந்து முதிர் பூச்சியாக மாறும். சில வேளைகளில் முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் புழுக்கள் தோலுரித்து வளர்ந்து கூட்டுப் புழுவாக மாறி கூட்டுப்புழுவிலிருந்து வண்ணத்துப்பூச்சி வெளிவரும்.

ரெ. வீரவேல்

## பூச்சு

நிறத்தைக் கொடுக்கும் கலவைக்கு வண்ணப்பூச்சு என்றும், ஒரு உலோகப் பொருளின் மீது பூசப்படும் பிறிதோர் உலோகத்திற்குக் கனிமப்பூச்சு என்றும் பெயர். வண்ணப் பூச்சில் நிறப்பொருள் உலர்த்தி, உலரும் எண்ணெய், மெலிஷூட்டி, உரிவுத் தடுப்புப் பொருள், நிரப்பி ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. கனிமப்பூச்சில் பூசும் பொருள் ஓர் உலோகமாகவோ, சேர்மமாகவோ இருக்கலாம்.

பூச்சு என்பது மரப்பொருள், உலோகப் பொருள், கட்டிடம் ஆகியவை காலப்போக்கில் அரிமானம் அடையாமலும், சிதையாமலும் இருக்க உதவுகிறது. பொருள்களை வேறுபடுத்தி அறியவும் பயன்படுகிறது.

கனிமப்பூச்சு. இவ்வகைப்பூச்சு உலோகப் பரப்பைத் தூய்மை செய்தபிறகு பூசப்படுகிறது. தூய்மை செய்வதற்குக் காற்பன் டெட்ராகுளோரைடு, குளோரோஃபார்ம் போன்ற கரைப்பான், சவுக்காரம் அல்லது சலவை சோடா அல்லது நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் போன்றவை பயன்படுகின்றன. அவ்வாறு தூய்மை செய்தபிறகு வெப்பந் தோய்த்தல், ஈயப்பூச்சு, துத்தநாகப்பூச்சு, மின்முலாம் ஆகிய முறைகளில் கனிமப் பூச்சுப் பூசப்படுகிறது.

கரிமப் பூச்சு. கரிமப் பூச்சில் கரிமப் பொருள்களும் சில கனிமப்பொருள்களும் உள்ளன. இவற்றில் முதன்மையானது வண்ணப்பூச்சாகும். வண்ணப்பூச்சு ஒளிரும் வண்ணப்பூச்சு, நச்சுக்கொல்லி வண்ணப்பூச்சு என இருவகைப்படும். மெருகெண்ணெய்ப் பூச்சு, மெருகுப்பூச்சு, அழகெண்ணெய்ப் பூச்சு, பாரஃபின் பூச்சு போன்றவையும் கரிமப்பூச்சின் வகைகளாகும்.

வண்ணப் பூச்சு. இது ஒரு பிரிகை ஊடகத்தில் நிறப்பொருள் நிரப்பிகள், உரிவுத் தடுப்புப் பொருள்கள்,



நெகிழ்வூட்டி ஆகியவற்றின் கலவையாகும் பிரிகை ஊடகம் ஓர் உலரக்கூடிய எண்ணெயாகும். தரம் வாய்ந்த வண்ணப்பூச்சி அடிப்படைத் தேவைகளாவன. பூசப் பட்டுள்ள பரப்பை காற்று நீர் ஆகியவற்றிலிருந்து காத்தல், மனத்திற்கு இதம் தரும் வண்ணமாக இருத்தல், உலோகங்கள் மீது பூசப்படுகையில் தானும் அரிக்காமல் சூழ்நிலையைப் பாதிக்காமலும் அமைதல், மிகவும் நீர்த்தோ, கெட்டியாகவோ இல்லாமல் இருத்தல், பூச்சு பளப்பளப்பாக இருத்தல், உலாந்த பின் நீரினால் கழுவக்கூடியதாக இருத்தல், சூரிய ஒளியால் அழியாமலும், சாதாரண வெப்பநிலை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படாமலும் இருத்தல் ஆகியன.

பிரிகை ஊடகம். வண்ணப்பூச்சைத் தயாரிக்கப் பயன்படும் பொருள்களில் அடிப்படைத் தேவையில் ஒன்று பிரிகை ஊடகம் (dispersion medium) ஆகும். இதனைக் காப்புபடிவு என்றும் உலரும் எண்ணெய் என்றும் கூறுவர். இது எளிதில் உலரக்கூடியதாகவும், மெல்லிய தகட்டுப்படிவாகப் படியக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். இது பிற பொருட்களைச் சிதறிய நிலையில் தாங்கும் பிரிகை ஊடகமாகவும், பூசப்படும் பரப்பின் மீது உலர்ந்து, இறுகிய மெல்லிய காப்பு படிவாகவும் செயல்படுகிறது. எண்ணெய்ப் பொருளான இது தாவரங்களிலிருந்தோ, விலங்குகளிலிருந்தோ கிடைக்கிறது. தாவர அல்லது விலங்கு எண்ணெய் என்பது எஸ்டர் எனப்படும் கரிம பொருள் ஆகும்.

எண்ணெய் மூன்று வகைப்படும் அவை எளிதில் உலரும் எண்ணெய், மெதுவாக உலரும் எண்ணெய், உலரா எண்ணெய் ஆகியன. லினோலியிக் எஸ்டர், லினோலிக் எஸ்டர் ஆகியன நிறைவுறாச் சேர்ம வகையைச் சார்ந்தவை. எண்ணெயில் நிறைவுறா எஸ்டர்களின் விகித அதிகரிப்பிற்கு ஏற்ப எண்ணெயின் உலரும் தன்மை அதிகரிக்கிறது. இவ்வகை எண்ணெய் எளிதில் உலரும் எண்ணெய் எனப்படுகிறது.

எண்ணெய் உலருதல். நிறைவுறா எண்ணெயில் பல இரட்டைப் பிணைப்புகள் உள்ளன. அவை எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து பெராக்சைடுகளாக மாறுகின்றன. பெராக்சைடுகள் பின் சிதைவடைந்து பல்லுறுப்பாக்கம் (polymerisation) அடைகின்றன. பல்லுறுப்பாக்கம் மூலம் ரெசின் போன்ற இறுகிய மெல்லியப் படிவாகப் படிகின்றன. எண்ணெயின் உலரும் தன்மை அதிகலுள்ள இரட்டை பிணைப்பைப் பொறுத்துள்ளது. எண்ணெயில் அ.க.15-59

உள்ள இரட்டைப் பிணைப்பின் அளவை அயோடின் மதிப்பு மூலம் அறியலாம். எண்ணெயின் உலரும் பண்பை பின்வருமாறு அதிகரிக்கலாம். எண்ணெயை 150°C வெப்பநிலையில் கொதிக்க செய்து அதன் வழியாக காற்றை செலுத்துதல். எளிதில் கரையாத பகுதிகளைத் தக்க கரைப்பான்களைக் கொண்டு நீக்குகின்றனர். காரீயம், மாங்கனீஸ், துத்தநாகம் முதலிய உலோக நாஃப்தினைட், லினோலியேட் போன்ற வற்றைச் சேர்த்து எளிதில் உலரக்கூடியவாறு செய்யப்படும். வண்ணப்பூச்சுகளில் ஆளிவிதை எண்ணெய், டங் எண்ணெய், பெரிலா எண்ணெய், சோயா விதை எண்ணெய், ஆமணக்கு எண்ணெய் ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

நிறப்பொருள். வண்ணப்பூச்சில் பயன்படும் நிறப்பொருள் பெரும்பாலும் கரிமப் பொருள்களாகும். இது வண்ணப் பூச்சுக்கு நிறத்தையும் ஒளிப்புக்காத் தன்மையும் எண்ணெயி லிருந்து பெறப்படும் படிவிற்கு வலிமையும் கொடுக்கிறது. கரிமப் படலத்தை ஒளியின் தாக்குதலின்றும் பாதுகாக்கிறது. எனவே வண்ணப்பூச்சுகள் நீண்ட நாட்கள் அழியாமல் இருக்கிறது நிறப்பொருள்கள் வண்ணத்தின் பாகுத்தன்மையையும், பூச்சின் தடிப்பையும் கட்டுப்படுத்து கிறது. நிறப் பொருள்கள் வேதி வினை ஆற்றல் மந்தமாகவும், உலரும் எண்ணெயுடன் கலக்கக் கூடியதாகவும் விலை குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும். வெள்ளை, நீலம், சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை, கருப்பு நிறப்பொருள்கள் உள்ளன.

வெள்ளை நிறப் பொருள். வெள்ளை நிறப்பொருளில் காரீய வெள்ளை, லித்தோபோன், துத்தநாக ஆக்சைடு, டைட்டேனியம், டை ஆக்சைடு ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

காரீய வெள்ளை. முத்து வெள்ளை எனப்பட்டு காரீய கார்போனேட் நீண்டகாலமாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. காரீயத் துண்டுகளை அசெட்டிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் கார்பனைட் ஆக்சைடுடன் வினையுறச் செய்து இது தயாரிக்கப்படுகிறது. இது சிறிது உலர்த்தும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு மற்றும் சல்ஃபர் உள்ள சூழ்நிலையில் கருமை நிறத்தை அடைகிறது. முத்து வெள்ளையின் வாய்பாடு (Pb(OH)<sub>2</sub>.PbCO<sub>3</sub>). இது கருமை நிறம் அடைவதற்குக் காரணம் காரீய சல்ஃபைடு (PbS) ஏற்படுவதே ஆகும். இது நச்சுத் தன்மை வாய்ந்தது.

பதங்கமாற்றமடைந்த காரீய வெள்ளை. இயற்கையில் கிடைக்கும் கலீனா என்னும் தாதுவைச் சூடாக்கிக் பதங்கமடையச் செய்து 75% காரீய சல்ஃபைட்டும், 20% காரீய மோனாகஸைடும், 5% துத்தநாக ஆக்சைடும் உள்ள கலவை பெறப்படுகிறது. இதுவே பதங்க மடைந்த காரீய வெள்ளை. இது சல்ஃபைடு சூழ்நிலையில் கருமை அடையாது. இது நச்சுத்தன்மையற்றது.

துத்தநாக ஆக்சைடு (நாக வெள்ளை). இது பெரும்பாலும் துத்தநாகத் தாதுவிலிருந்து தயாரிக்கப் படுகிறது. கந்தகச் சேர்மங்களால் பாதிக்கப்படாதது. புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்து படிவுகளைக் காக்கிறது. உலரும் எண்ணெயுடன் சேர்ந்து இறுகிய கடினமான படிவுகளைத் தருகிறது.

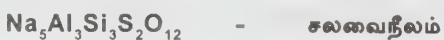
லித்தோபோன். இது 25% துத்தநாக சல்ஃபைட்டும், 75% பேரியம் சல்ஃபைட்டும் அடங்கிய கலவையாகும். இது மிக வலிமை உள்ள வெள்ளை நிறப் பொருள் ஆகும்.

டைடேனியம் டை ஆக்சைடு. இது சிறந்த ஒரு வெள்ளை நிறப்பொருளாகும். பூச்சுப் படிவைப் புற ஊதாக் கதிரிலிருந்து காப்பதில் இதற்கு ஈடிச்சல. இதன் நிறம் மாறுவதோ தரம் குறைவதோ இல்லை. இல்மனைட் என்னும் தாதுவிலிருந்து இது தயாரிக்கப்படுகிறது.

நீலநிறப்பொருள். இதில் பிரஷியன் நீலம் சலவை நீலம் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

விரஷியன் நீலம். அமோனிய சல்ஃபேட் கலந்த ஃபெரஸ் சல்ஃபேட்டின் பொட்டாசியம் ஃபெரோ சயனைடுக் கரைசலைச் சேர்த்து கிடைக்கும் ஃபெரஸ் பெரோ சயனைட் சலவைத் தூள், பொட்டாசியம் குளோரைட் போன்றவற்றால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து நீலநிற ஃபெரிக் ஃபெரோ சயனைடு பெறப்படுகிறது. இதுவே பிரஷியன் நீலமாகும். இது சூரிய ஒளியாலும் காற்றாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

சலவை நீலம். சோடியம், கார்போனேட், கயோலின் எனப்படும் களிமண், கரி, படிக்கல், கந்தகம், சோடியம் சல்ஃபேட், ரெசின், ஆகியவற்றைக் கலந்து சூடேற்றினால் வெள்ளை நிற அல்ட்ராமரைன் கிடைக்கும். இதைக் கழுவித் கந்தகத்துடன் காற்றோட்ட நிலையில் 500°C வெப்ப நிலையில் சூடாக்கினால் சலவை நீலம் கிடைக்கிறது. இது ஒரு சிலிகேட் அணைவு சேர்மமாகும்.



இது சூரிய ஒளி, காற்று இவற்றால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இதில் சல்ஃபைடு அடங்கியுள்ளமையால் இரும்பு,காரீயம் இவற்றுடன் பயன்படுத்தக்கூடாது.

கோபால்ட் நீலம். இது கோபால்ட் மற்றும் அலுமினியம் இவற்றின் ஆக்சைடுகளின் கலவை. மிகக் கவர்ச்சிகரமானது. இது விலை மிகுந்தது.

சிவப்பு நிறப் பொருள். வண்ணப்பூச்சில் சிவப்பு நிறத்திற்குச் செந்தூரம், ஃபெரிக் ஆக்சைடு, கேட்மியம் சிவப்பு, பாரா சிவப்பு ஆகிய நிறப்பொருள்கள் பயன்படுகின்றன.

செந்தூரம். இது ஒரு காரீய ஆக்சைடு ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) ஆகும். சூரிய ஒளியால் இது தாக்கப்படுவதில்லை. அரிமானத் தடுப்பு கொண்டது. இரும்பு, எஃகு போன்றவற்றிற்கு முதற் பூச்சாகப் பயன்படுகிறது. காரீயம் அல்லது கலீனாவைக் காற்றில் வறுத்துத் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஃபெரிக் ஆக்சைடு. இது இயற்கையில் கிடைக்கும் ஹெமடைட் என்னும் தாதுவிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இதனை இந்திய சிவப்பு என்ற பெயரில் பயன்படுத்து கின்றனர். பெரிக் ஆக்சைடும் கால்சியம் சல்ஃபேட்டும் சேர்ந்த கலவை வெனிஷியச் சிவப்பு என்னும் பெயரில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

கேட்மியம் சிவப்பு. கேட்மியம் சல்ஃபேட், சோடியம் சல்ஃபைட், சோடியம் செலீனைடு கலவையை வறுத்து இதைப் பெறலாம்.

பாரா சிவப்பு. கனிமப் பொருள்களைப் போல் சில கரிமப் பொருள்களும் நிறப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. பரா நைட்ரோ அணீலீனை டைஅசோ ஆக்கம் செய்து, பீட்டா நாப்ஃதாலுடன் இணைத்தால் பாரா சிவப்பு கிடைக்கிறது.

## மஞ்சள் நிறப் பொருள்

பூச்சு மஞ்சள் நிறமாக இருக்க நாக மஞ்சள் எனப்படும் துத்தநாகக் குரோம், துத்தநாகக் குரோமேட், காரீய மோனாக்சைடு, குரோம் மஞ்சள் ஆகியவை பயன் படுகின்றன.

துத்தநாகக் குரோம். இது ஓர் அணைவுச் சேர்மம். இதன் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு  $\text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{ZnO} \cdot 4\text{CrO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . இது பசுமஞ்சள் நிறமுடையது. இள நிறமுடைய பூச்சுக்களைத் தருகிறது. இந்நிறப் பொருள் சல்ஃபைடு சூழ்நிலையாலும், கால சூழ்நிலையாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.



தூய துத்தநாகக் குரோமேட் ஆம் மஞ்சள் நிறமுடையது. பூச்சு படிவுகளைப் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்து காக்கும் தன்மை வாய்ந்தது.

காரீய மஞ்சள். காரீய குரோமேட்டைப் பலவித மஞ்சள் நிறங்களில் பெறமுடியும். சல்ஃபைட்டுன் குரோமேட்டைக் கலந்துப் பெறும் வீழ்படிவு எலுமிச்சை மஞ்சள் நிறமுடையது. ஹைடிராக்சைடு நிலையில் குரோமேட் வீழ்படிவைப் பெற்றால் ஆரஞ்சு நிறமாக உள்ளது ( $PbO:PbCrO_4$ ). இதன் நிறம் ஆக்சைடு குரோமேட் விகிதத்தைப் பொறுத்துள்ளது. காரீய நிறப் பொருள்கள் சல்ஃபைடு சூழ்நிலையாலும், சூரிய ஒளியாலும் பாதிக்கப்படும்.

பச்சை நிறப்பொருள். வண்ணப்பூச்சில் பச்சை நிறம் பெறுவதற்கு குரோம் பச்சை, மஞ்சள் நிறப்பொருள் நீல நிறப்பொருள் கலவை ஆகியவை பயன்படுகின்றன. குரோம் பச்சை எனப்படும் குரோமியம் ஆக்சைடை, அம்மோனியம் டைக்குரோமேட்டை வெப்பப்படுத்திப் பெறலாம். இது பளபளப்பான கரும்பச்சை நிறம் உடையது. விலை குறைவான இது உயர் வெப்பநிலையிலும் நிறம் மாறுவதில்லை. பெருமளவில் நிறப் பூச்சுகளில் இது பயன்படுகிறது. குரோம் மஞ்சளும் புருஷியன் நீலமும் கலக்கப்படும்போது கலவையிலுள்ள பொருள்களின் விகிதங்களைப் பொறுத்து மூவகைப் பச்சை நிறப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. இவை காலப் போக்கில் இள நீல நிறமாக மாறுகின்றன. துத்தநாகம் அல்லது பேரீய குரோமைட்டுடன் சலவை நீலத்தைக் கலந்து இளம் பச்சை நிறம் பெறப்படுகிறது. இது குரோம் பச்சையை விட விலை குறைவாகவும் நிலையாகவும் விளங்கும்.

கருமை நிறப் பொருள். பல்வேறு கரி வகைகளே கருமை நிறப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. கனமான எண்ணெயைக் குறைந்த அளவு காற்றில் எரிக்கும்போது கிடைக்கும் புகைக்கரி இவ்வகை நிறப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. ஆனால் ஆளிவிதை எண்ணெய் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து உலருவதை இவை தடுக்கின்றன. எனவே பூச்சு விரைவில் உலருவதில்லை. இரும்பு, எஃகு போன்றவற்றிற்கு முதல் பூச்சாக இவற்றைப் பூசக்கூடாது. ஏனெனில் இவை அரிப்பைத் தூண்டுகின்றன.

இட நிரப்பி. வண்ணப் பூச்சுகளில் உலரும் எண்ணெய், நிறப்பொருள்கள் இவற்றைத் தவிர நிரப்பி, மெலிவூட்டி, உலர்த்தி, உரிவு தடுப்புப்பொருள், அ.க.15-59அ

நெகிழ்வூட்டி ஆகியவையும் கலந்துள்ளன. பிரிகை ஊடகம் காப்புப் படிவாகப் படிகிறது. இதனை நிறப்பொருள் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்து காக்கிறது. நிறப்பொருள் விலை மிகுந்துள்ளமையால் இருப்பதால் அதன் அளவைக் குறைவாகப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இதன் அளவு குறைவாக இருந்தால் வண்ணப் பூச்சு நீரைப் போல் மிகு ஓட்டும் உள்ளதாக இருக்கும். வண்ணப் பூச்சைப் பூசுவதற்கு அது ஓரளவிற்குக் கூழ் போலக் கெட்டியாக இருக்க வேண்டும். இதனுடைய நிறப்பொருள்களுடன் விலை குறைவான இடநிரப்பிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவை பூச்சுகளில் ஏற்படும் வெடிப்பைத் தடுக்கின்றன. கரிம நிறப்பொருள்களை பயன்படுத்தும்போது அவற்றை தாங்கும் பொருளாக நிரப்பி செயலாற்றுகிறது. சீனக் களிமண், டால்க், கல்நார், அபிரகம் (mica), ஜிப்சம், பேரியம், சல்ஃபேட் போன்ற விலை குறைவான பொருள்கள் நிரப்பிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

மெலிவூட்டி. வண்ணப்பூச்சு சிலசமயம் கெட்டியாக மாறிவிடும். இதனைத் தூரிகைக் கொண்டு பூசமுடியாது. நீர்மம் சேர்த்து கலக்கி மெல்லியதாகச் செய்து கொள்ள உதவும் நீர்மம் மெலிவூட்டியாகும். டர்பன்டைன், டைபென்டீன், நாஃப்தா, டொலுயீன் போன்ற நீர்மங்கள் மெலிவூட்டியாகப் பயன்படுகின்றன. இது நிறப்பொருளைத் தாங்கி, வண்ண கலவை ஒரு படித்தானதாக இருக்க உதவுகிறது.

உலர்த்தி. வண்ணப்பூச்சுகளில் உள்ள எண்ணெய் தின்மப் பொருளாக மாறுதலடையும் வினையில் உலர்த்தி வினை வேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. இவ்வகைப் பொருள் துத்தநாகம், காரீயம், கோபால்ட், மாங்கனீஸ், வனேடியம் போன்ற ஏதாவது ஓர் உலோகத்தின் நாஃப்தினேட், ரெசினேட், லினோலியேட் வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுவதால் சிறிதளவே போதும்.

உரிவுத் தடுப்புப் பொருள். வண்ணப்பூச்சு தடிப்பாக அமையாமலிருக்கவும் பூசிய பிறகு வெடித்துச் சுருட்டிக் கொண்டு உரியாமல் தடுக்கவும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஹைட்ராக்சித் தொகுதிகளைக் கொண்ட ஃபீனால் பயன்படுகிறது.

நெகிழ்வூட்டி. உலரும் எண்ணெய் உலர்ந்து படியும்போது போதுமான விரிவடையும் நெகிழ்வை அளிப்பது நெகிழ்வூட்டியாகும். இதனால் பூச்சு வெடிக்காமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதற்காக வண்ணப் பூச்சு எண்ணெய் சேர்க்கப்படுகிறது.

## வண்ணப்பூச்சுத் தயாரித்தல்

திறப் பொருள்களையும், நிரப்பிகளையும் உலரும் எண்ணெயுடன் நன்கு கலந்து ஒரு பசை போன்ற பொருளைத் தயாரிக்கின்றனர். இதனுடன் எண்ணெய் உலர்த்தி, நீர்க்கும் பொருள் இவற்றைச் சேர்த்துக் கலக்கித் தகுந்த பாகுத்தன்மையுடைய கூழ்ம நிலையில் வண்ணப் பூச்சுக் கலவை தயாரிக்கப்படுகிறது.

சிறப்பு வண்ணப் பூச்சு. சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் திறம்படச் செயல்படுவதற்காகத் தயாரிக்கப் படும் பூச்சு சிறப்பு வண்ணப்பூச்சு ஆகும். இது நீர் வண்ணப் பூச்சு, வெப்பம் தாங்கவல்ல பூச்சு, எரிதலை ஒடுக்கும் வர்ணப் பூச்சு, வெப்ப நிலையைக் காட்டும் பூச்சு, நீர்த் துளிகள் படிவதைத் தவிர்க்கும் வண்ணப் பூச்சு, நீர் வெறுக்கும் பூச்சு, காளான் கொல்லிப் பூச்சு, ஒளிரும் வண்ணப் பூச்சு எனப் பலவகைப்படும்.

நீர் வண்ணப்பூச்சு. நீர் வண்ணப்பூச்சுகளில் எண்ணெய்க்குப் பதிலாக நீர் பயன்படுகிறது. சுட்ட சுண்ணாம்புடன் நீரும், புளித்த மோரும் நிறப்பொருள்களும் கலந்து கிரேக்கரும், எகிப்தியரும் இவ்வகைப் பூச்சுகளைப் பயன்படுத்தி வந்தனர். தற்காலத்தில் நீர் வண்ணப் பூச்சுகள் நீரில் எண்ணெய் வகைப் பால்மமாக உள்ளது.

வெப்பம் தாங்க வல்ல பூச்சு. இதில் சிலிக்கோனும் உலோகத் துகள்களும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. வெப்பம் மிகும்போது வண்ணப் பூச்சு சிதைந்து கரியாகிவிடாமலும் பொரிந்து விடாமலும் இருக்கிறது. அலுமினியம், துத்தநாகம், காரியம் போன்ற உலோகத் துகள்களும், அபிரகம், குரோமிக் ஆக்சைடும், கிராபைட் போன்ற நிறப்பொருள்களும் பயன்படுகின்றன.

எரிதலை ஒடுக்கும் பூச்சு. தீப்பற்றி எரியக்கூடிய பொருள்களின் மீது இவ்வகைப் பூச்சுகளைப் பூசுவதன் மூலம் அவை எளிதில் எரியாவண்ணம் தடுக்க முடியும். இவ்வகைப் பூச்சுகளில் கால்சியம், அம்மோனியம், பாஸ்ஃபேட், மக்னீசியம் அம்மோனியம், ஆர்த்தோ பாஸ்பேட், துத்தநாக அம்மோனியம் டங்ஸ்டேட் உலோக போரேட், ஆண்டிமனி ஆக்சி குளோரைடு, சுண்ணாம்புக் கல், கரிமக் குளோரின் சேர்மம் போன்றவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று அல்லது இரண்டு பயனாகும்.

வெப்ப நிலையைக் காட்டும் பூச்சு. இவ்வகைப்

பூச்சுக் கருவிகளின் உறுப்புகளுக்கான வெப்பநிலையைக் காட்டுவதுடன் கருவிகள் வெப்ப கடத்தாப் பொருள்களாகவும் அமைக்கப்பட்டிருந்தால் காப்பான்களின் திறனை அளவிடவும் உதவும். வெப்பத்தால் நிறம் மாறும். பல பொருள்களின் கலவை 45 - 1500°C வெப்பநிலையை அறிய உதவுகின்றன. இரும்பு, கோபால்ட், மாங்கனீஸ், நிக்கல், நிக்கல், தாமிரம், குரோமியம், மாலிப்டினம், யுரேனியம் போன்ற உலோகங்களின் இரட்டை உப்புக்களும், அமின்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நீர்த்துளி படிவதைத் தடுக்கும் பூச்சு. கப்பல்களின் அடித்தளத்தில் உள்ள அறை, குளிக் காலங்களில் அலமாரிகளின் உட்புறம் போன்றவற்றில் படியும் நீர்த் துளிகளைத் தடுக்க இது பயன்படும். பூச்சு கடினமானதாகவும் நுண்துளை கூடிய சொரசொரப்பான நிலையிலும் இது பூசப்படுகிறது.

நீர் வெறுக்கும் பூச்சு. இவ்வகைப் பூச்சுக் கற்காரைப் பரப்புகளின் மீது பூசப்படுகிறது. பூசப்பட்ட பொருள்களின் மீது மூடு பனி அல்லது பனிக்கட்டி படியுமாயின் அவை ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. எளிதில் அகற்றவும் முடியும்.

காளான் கொல்லி பூச்சு. கப்பலின் அடித்தளம், நீருடன் தொடர்புள்ள பகுதி ஆகியவை கடல் பாசி, நுண்ணுயிரி களால் அரிமானம் அடையும். இதைத் தடுக்க நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த தாமிரம், பாதரசம், துத்தநாகம், பெண்டா குளோரோஃபீனால், சாலிசைல் அனிலைடு போன்றவை பூச்சில் கலக்கப்படுகின்றன.

ஒளிரும் பூச்சு. இவ்வகைப் பூச்சு புற ஊதா அல்லது ஊதா நிறக் கதிர்களை உறிஞ்சிக் கண்பார்வைக்குள் அடங்கும் ஒளியை உமிழ்கிறது. துத்தநாக சல்ஃபைடு, காட்மியம் சல்ஃபைடு, வெள்ளி சல்ஃபைடு, தாமிர சல்ஃபைடு, ஆகியவை சில குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டுத் தேவைப்படும் நிறமொளிரும் வண்ணம் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஆர். துரைராசன்

துணைநூல்.

B.K. Sharma, *Engineering Chemistry*, Fifth Edition, Krishna Prakasham Media (P) Ltd, Meerut, 1995.



## பூசணக் கொல்லி

இது பயிர்களில் தோன்றும் பூசண நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. பூசணக் கொல்லி (fungicide) மருந்துகளைப் பயன்படுத்தி நோய்களைக் கட்டுப்படுத்துவதால் கூடுதலாக விளைச்சலையும் பெறலாம்.

பழங்காலத்திலிருந்தே பூசணக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்தும் பழக்கம் இருந்து வந்துள்ளது. கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு ஏறக்குறைய 1000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே கந்தகம் நோய்த் தடுக்கும் மருந்தாக இருந்து வந்திருக்கிறது. ரெம்னன்ட் என்பார் 1637 ஆம் ஆண்டில் கோதுமைக்கு விதைப் பாதுகாப்பு மருந்திடுவது பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். ஹாம்பெர்க் என்னும் அறிவியலார் 1705 ஆம் ஆண்டில் மரக்கட்டைகளைப் பாதுகாக்க மெர்க்குரிக் குளோரைடு மருந்தைப் பரிந்துரைத்துள்ளார். அகண்டி என்னும் அறிவியலார் 1755 ஆம் ஆண்டில் ஆர்செனிக் குளோரைடு, மெர்குரிக் குளோரைடு ஆகியவை விதையில் தோன்றும் கரிப்பூட்டை நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதைக் கண்டறிந்தார்.

இங்கிலாந்தின் ராபர்ட்சன் என்பார் கந்தகத்தைப் பயன்படுத்திப் பீச் மரச்சாம்பல் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம் என 1824 ஆம் ஆண்டில் கண்டறிந்தார். அமெரிக்காவின் கென்பரிக் என்பார் கண்ணாம்பையும், கந்தகத்தையும் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து திராட்சையின் சாம்பல் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம் என 1833 ஆம் ஆண்டில் ஆராய்ந்தறிந்தார்.

திராட்சையின் சாம்பல் நோய் 1854 ஆம் ஆண்டில் ஐரோப்பாவிலிருந்து அமெரிக்காவிற்குப் பரவியது. டுகேட் என்பார் 1848 ஆம் ஆண்டில் கந்தகத்தூளை இலைகளின் மீது தூவித் திராட்சையின் சாம்பல் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம் எனக் கண்டறிந்தார்.

பிரான்சைச் சேர்ந்த போர்டோப் பல்கலைக்கழகத் தாவரவியல் பேராசிரியர் மில்லார்டெட் என்னும் அறிவியலார் அமெரிக்காவிலிருந்து வந்த திராட்சைக் கொடியில் அடிச்சாம்பல் நோய் இருந்தமையைக் கண்டறிந்தார். திராட்சையில் தோன்றும் அடிச்சாம்பல் நோயைக் கந்தகத்தைத் தூவிக் கட்டுப்படுத்த முடிய வில்லை. இந்நோய் விரைவில் பரவித் திராட்சையில் பேரிழப்பை ஏற்படுத்தியது. மில்லார்டெட் 1882 ஆம் ஆண்டில் கனிகள் திருட்டுத் தடுப்பதற்காகச் கண்ணாம்பும் மயில் துத்தமும் கலந்து தெளிக்கப்பட்ட செடிகளில்

அடிச்சாம்பல் நோய் இராமையைக் கண்டறிந்தார். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆய்ந்து 1885 ஆம் ஆண்டில் போர்டோக் கலவை என்னும் மருந்தைக் கண்டுபிடித்துத் திராட்சையின் அடிச்சாம்பல் நோயை நன்முறையில் கட்டுப்படுத்தலாம் என்பதைத் தெளிவாக்கினார். போர்டோக் கலவை, அடிச்சாம்பல் நோயை மட்டுமின்றி உருளைக் கிழங்கில் காணப்படும் பின் இலைக்கருகல் நோய், திராட்சையின் கருமை அழகல் போன்ற பல நோய்களையும் கட்டுப்படுத்தும் திறனைக் கொண்டுள்ளது. அதன் பின்பு பூசணக்கொல்லிகள் பற்றிய ஆய்வுகள் பெருகி நாளடைவில் பல்வேறு ஊடுருவும் பூசணக்கொல்லிகள் (systemic fungicides), எதிர் உயிரிப் பொருள்கள் (antibiotics) ஆகியவை கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பூசணக்கொல்லிகளின் வேதிப் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவற்றைப் பின்வருமாறு பாகுபாடு செய்யலாம். அவை (i) தாமிரப் பூசணக்கொல்லிகள் எ-டு: போர்டோக்கலவை, தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு, (ii) கந்தகப் பூசணக் கொல்லிகள் எ-டு: நனையும் கந்தகம், சினப், திராம், (iii) பாதரசப் பூசணக் கொல்லிகள் எ-டு: அக்ரசான், செரசான், வெட் செரசான், (iv) திக்கல் பூசணக் கொல்லிகள் எ-டு: திக்கல் குளோரைடு, (v) தகரப் பூசணக் கொல்லிகள் எ-டு: டியூட்டர் பிரெஸ்டான், (vi) பாஸ்பரப் பூசணக்கொல்லிகள் எ-டு: எடிஃபென்ஃபாஸ், (vii) ஹெட்டி ரோசைக்கிளின் நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்கள் எ-டு: கிளையோடின், கேப்டான், மொரஸ்டான் (viii) குவினோன் பூசணக்கொல்லிகள்: எ-டு: குளோரோனில் (ix) மணக் கூட்டுப் பொருள்கள் எ-டு: டினோகாப், PCNB, (x) மணமற்ற கூட்டுப் பொருள்கள் எ-டு: டொடைன், பார்மால்டிடிஹடு, (xi) தாது எண்ணெய், எ-டு: எந்திர எண்ணெய் (power oil), (xii) ஊடுருவும் மருந்து எ-டு: கார்பாக்சின் தயாபெண்டசோல், கார்பெண்டசின் (xii) கூட்டுப் பூசணக்கொல்லிகள் எ-டு: மில்டாக்ஸ், ஆண்ட்ரகால் என்பன.

சிறந்த பூசணக்கொல்லியின் இயல்புகள். ஒரு சிறந்த பூசணக்கொல்லி கீழ்க்காணும் தன்மைகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். அது நோய்க் காரணிகளை முழுதும் அழிக்கும் திறனைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மருந்து எளிதாகத் தயார் செய்யக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும். தெளிக்கப்படும் அல்லது தூவப்படும் மருந்து பயிர்களில் இலையாய்தல், கனி சிறுத்தல் போன்ற தீங்குகளை உண்டாக்கக்கூடாது. சில பூசணக் கொல்லிகளைக்

கோடைக் காலத்தில் சில பயிர்களுக்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது. ஆனால் வெப்பம் குறைவான காலத்தில் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதால் எவ்விதத் தீங்கும் ஏற்படுவதில்லை. மருந்து குறைந்த விலையுடையதாகவும் எங்கும் எப்போதும் கிடைக்கக்கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். தெளிக்கப்படும் அல்லது தூவப்படும் மருந்து ஒரே சீராகப் படையும் தன்மையைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். தெளித்த பகுதியில் மருந்து நன்றாக ஒட்டியிருக்க வேண்டும். தெளிக்கப்படும் பகுதி நன்றாக நனைக்கும் தன்மையைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். கால்நடைகளுக்கும் மனித இனத்திற்கும் நஞ்சாக அமையக்கூடாது. மருந்தை நீரில் கலந்தபின் அது வீரியத்தன்மையை இழக்கக்கூடாது. சேமிப்பின்போது பூசணக்கொல்லிகளின் நச்சுத்தன்மை நிலைத்திருக்க வேண்டும். பிற வகைப் பூச்சிகொல்லிகளுடன் கலக்கும் போது வேதி மாற்றம் அடையாதவாறு இருக்க வேண்டும். ஏனைய பூசணக் கொல்லி அல்லது பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளுடன் தீங்கின்றி இணையும் தன்மையைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

பூசணக் கொல்லி வடிவங்கள் பூசணக் கொல்லி மருந்துகள் தூள் மருந்து, நனையும் தூள் மருந்து, நீர்ம மாற்றுத் திரட்டு, குறுணை ஆகிய வடிவங்களில் விற்பனை செய்யப்படுகின்றன.

**உதவித் தெளிப்புப் பொருள்.** பூசணக் கொல்லியின் நச்சுப் பொருளுடன் சில உதவித் தெளிப்புப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகிறது. இவற்றை நச்சுப் பொருளுடன் சேர்ப்பதால் பயிர்களின் வெவ்வேறு பகுதிகள் நன்றாக நனையும் தன்மையை ஒட்டிணைவாற்றல் (cohesiveness) சீர் செய்கிறது. மேலும் நச்சுப் பொருள் நீரில் நன்றாக கலந்திருக்கவும் துணை நிற்கிறது. வெங்காயம், வாழை, இலைக்கோஸ், பட்டாணி ஆகியவற்றில் கண்ணாடி போன்ற மற்றும் கடினமான இலைப்பரப்புடைய செடிகளுக்கும் நனைக்கும் திறன் வாய்ந்த பொருள்களைச் சேர்ப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது.

**பயிர் பாதுகாப்புக் கருவிகள்.** தெளிப்பான் (sprayer), தூவுவான் (duster), உட்புகுத்தும் கருவி ஆகிய கருவிகள் பயன்படுகின்றன. கைத்தெளிப்பான் களில் சிறிய கைத் தெளிப்பான் (hand sprayer or atomiser), வாளித் தெளிப்பான் (bucket sprayer), நேப்சேக் தெளிப்பான் (knapsack sprayer), ராக்கர் தெளிப்பான் (rocker sprayer) ஆகிய வகைகள் உள்ளன. விசைத் தெளிப்பான்களில் நீரியல் தெளிப்பான் (hydraulic sprayer), நுண்துளித் தெளிப்பான் (mist

blower) ஆகிய இருவகைகள் உள்ளன. விமானங்களைப் பயன்படுத்தியும் மருந்தைத் தெளிக்கலாம். இதன் மூலம் ஒரு நாளில் ஏறக்குறைய 1000 ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பிற்கு மருந்து இடலாம். மருத்தடிக்கப் பயன் படுத்தும் விமானங்களில் நிலையிறக்கை விமானம், திருகு வானூர்தி (helicopters) ஆகிய இரு வகைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தூவும் கருவிகளில் பிளஞ்சர் வகை (plunger type), துருத்தி, வகை (bellows duster), கைச்சுழல் வகை (hand rotary), விக் தூவுவான் (power duster) ஆகிய நான்கு வகைகள் உள்ளன. மண்ணில் மருந்தை உட்புகுத்தும் கருவி, கையால் இயக்கப்படும் சிறிய கருவியாகும். இதைப் பயன்படுத்தி புகையும் நீர்ம மருந்துகளை மண்ணிற்குள் செலுத்தி மண்ணில் வாழும் பூசணம், நூற்புழு போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## பூசணம்

இது நுண்ணுயிரிகளில் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பூசணம் (fungus) பச்சையமற்ற கீழினத் தாவர வகையைச் சேர்ந்தது. இவ்வுயிரியால் ஒளிச்சேர்க்கை முறையில் தேவையான உணவுப் பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்ள இயலாது. பல்லாயிரக்கணக்கான பூசண வகைகள் மண்ணிலும் காற்றிலும் நீரிலும் வாழ்கின்றன. இவற்றின் வண்ணங்களும், தோற்றங்களும், வாழ்க்கைச் சூழல்களும் மாறுபட்டிருக்கின்றன. இவற்றில் பெரும்பாலானவை மண்ணிலும் நீரிலும் உள்ள செடி, கொடி, விலங்குகளின் அழிவுப் பொருள்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு பயன்படுத்துவதால் அப்பொருள்களின் தன்மை, மாற்றப்பட்டு மக்குவதால், இறுதியில் மண்ணோடு மண்ணாகி மண்ணின் வளம் பெருகிச் செடி, கொடிகளின் வளர்ச்சியும் பெருகுவதற்கு வாய்ப்பேற்படுகிறது.

பூசணம் குறுக்குச் சுவருடனோ (septate), குறுக்குச் சுவர் இல்லாமலோ (non-septate) உள்ள இழைகளைப் பெற்றிருக்கும். பூசணங்களில் 50,000 க்கு மேற்பட்டவை ஒட்டுண்ணியாக (parasite) வாழ்கின்றன. ஆனால் இதை விடக் கூடுதலான எண்ணிக்கையில் இறந்த திசுவாழ் உயிரியாக (saprophyte) வாழ்கின்றன. ஒட்டுண்ணிப் பூசணம் தாவரங்களிலும் இறந்த திசுவாழ் உயிரி மக்கிய தாவரப் பகுதிகளிலும் உயிர் வாழ்கின்றன. தாவரங்களைத் தாக்கி உணவு பொருள்களைப் பெறும் இப்பூசணங்களால் விளைச்சல் குறைந்துவிடுகிறது.





படம் 1. பூசணம்

பூசணம் பாலினக் கலப்பு இனப்பெருக்கம் (sexual reproduction), பாலினக் கலப்பிலா இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) ஆகியவற்றை மேற்கொள்கின்றன.

பாலினக் கலப்பு இனப்பெருக்கம். பாலினக் கலப்பு இனப்பெருக்கத்தில் ஆண் உறுப்பு, பெண் உறுப்பு ஆகிய இரண்டும் இணைகின்றன. இம்முறையில் உண்டாகும் விந்துக்குப் பாலினக் கலப்பு விந்து (sexual spore) எனப் பெயர். ஊஸ்போர்கள் (oospores), சைகோஸ்போர்கள் (zygospores), ஆஸ்கோஸ்போர்கள் (ascospores), பெசிடியோஸ்போர்கள் (basidiospores) முதலியன பூசணங்களில் தோன்றும் பாலினக் கலப்பு வித்துகளாகும். சிலவற்றில் கெட்டியான தோல் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். இதனால் இவை வெப்பம், குளிர், வறட்சி ஆகியவற்றை மிகுதியாகத் தாங்கும் திறனைப் பெற்று நீண்ட காலம் வாழ்கின்றன.

பாலினக் கலப்பிலா இனப்பெருக்கம். பூசண இழைகளிலிருந்து ஆண், பெண் என்னும் வேறுபாடின்றி உருவம், தோற்றம், திறம் முதலியவற்றின் வேறுபாடுகள் கொண்டிருக்கும் வித்துகள் தோன்றுகின்றன. இவற்றைப் பாலினக் கலப்பற்ற வித்து எனலாம். இவற்றில் வித்துப்பையில் (sporangium) உற்பத்தியாகும் புற நகரிழைகளைக் (flagella) கொண்ட இயங்கும் வித்துகள் (zoospores), அசெர்வுலஸ் (acervulus) என்னும் வித்துத் திரளிலிருந்து உண்டாகும் கொனிட்ய வித்துகள் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

சிறப்பு உறுப்பு. பூசண இனப்பெருக்கத்திற்காகப் பூசண இழைகளின் உருவ மாறுபாட்டால் சிறப்பு உறுப்புகள் உருவாகின்றன. அவை இழை வித்து, இழைத் தொகுப்பு, இழை முடிச்சு என வகைப்படுத்தப்படும்.

இழை வித்து. பூசண இழையின் செல்கள் தடித்த சுவர்களைப் பெற்று உருவத்தில் சற்று பெரிதாகின்றன. இவையே இழை வித்துகளாகும். இந்த இழை வித்துகளில் போதிய உணவுப் பொருள்கள் சேமித்து வைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

இழைத் தொகுப்பு. இழைகள் ஒன்றோடொன்று நீளவாக்கில் கற்றையாகக் கயிறுபோல் இணைந்திருக்கும். இதற்கு இழைத் தொகுப்பு என்று பெயர்.

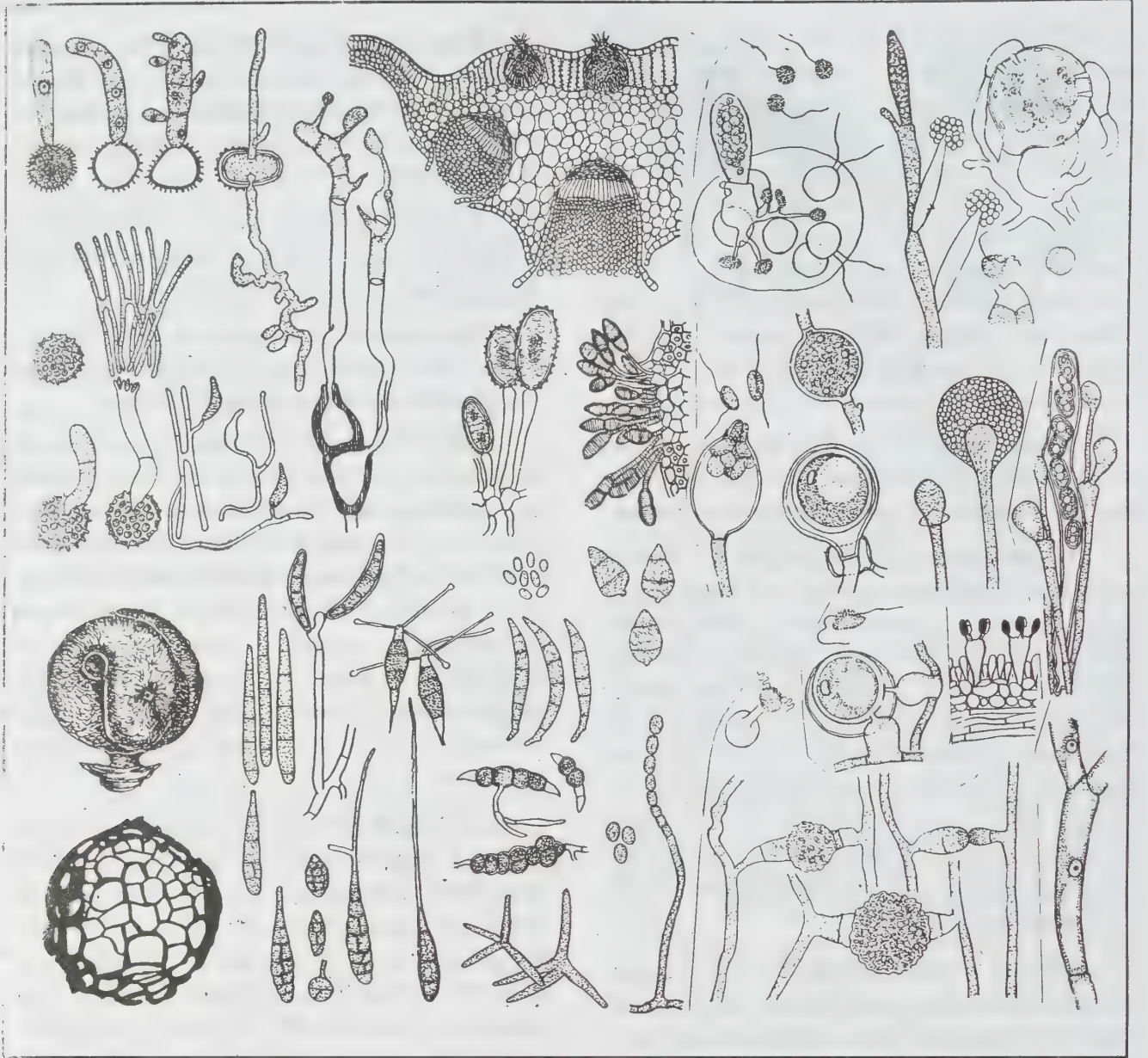
இழை முடிச்சு. பூசண இழைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து சிறிய இழை முடிச்சுகள் ஏற்படுகின்றன. இவை கடுகு போன்ற உருண்டை வடிவத்தில் இருக்கும்.

மண்ணின் தரம் உயர்த்தும் பூசணங்கள். மண்ணில் வாழும் பூசணங்களின் செயலால் நிலத்தின் ஐடப்படுகின்ற தாவரப் பொருள்கள் கரிமப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டு மண்ணில் சேர்க்கப்படுவதால் மண்ணின் தரம் உயர்கிறது. இவ்வாறு பெறப்படும் கரிமப் பொருளும் பூசண வளர்ச்சியும் மண்துகள்களைக் கூட்டமைப்பாக (aggregates) மாற்றத் துணை செய்கின்றன. பெனிசில்லியம், கிளாடோஸ் போரியம், ரைசோபஸ், ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ், டிரைகோடெர்மா போன்ற பூசணங்கள் மண்ணில் கூட்டமைப்பு ஏற்படு வதற்குத் துணை புரிகின்றன.

எதிர் நுண்ணுயிரிப் பொருள்கள். பூசணம் போன்ற நுண்ணுயிரிகளால் உண்டாக்கப்படும் பலநோய் தீர்க்கும் எதிர் நுண்ணுயிரிப் பொருள்கள் மனித இனம் பல நோய்களிலிருந்தும் காத்துக் கொள்ளும் பேராற்றலைக் கொண்டுள்ளன. 1929 ஆம் ஆண்டு அலெக்சாண்டர் ஃபிளெமிங் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பெனிசில்லி எனப்படும் எதிர் நுண்ணுயிரிப் பொருள், பெனிசில்லியம் (penicillium) எனும் பூசண இனத்திலிருந்து பெறப்பட்டது.

வைட்டமின். நுண்ணுயிரிகளிலேயே மிகச் சிறந்த முறையில் வைட்டமின் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுபவை ஈஸ்டுகளாகும். ஆஸ்பியா காசிபியை (Ashbya gossypia) எனும் பூசணம், ரிபோபிளேவின் என்னும் வைட்டமினைத் தயாரிக்கப் பொருளளவில் உதவுகிறது.

உணவுக் காளான். உணவுக்குப் பயன்படும் சுவையிக்க காளான்கள் (mushrooms) பூசணங்களிலிருந்து கிடைக்கின்றன. பொதுவாக 2000 வகைக் காளான்கள் உணவுக்குப் பயன்படுகின்றன. செயற்கை முறையில் காளான் பூசணங்களைப் பயன்படுத்திக்



படம் 2. பூசணம்

காளான்களை வளர்க்கும் தொழில் பெருகி வருகிறது. ஆகாரிகல் (agaricus), வால்வேரியல்லா (volvariella), பிளிரோட்டஸ் (pleurotus) போன்ற பூசண இனங்கள் செயற்கை முறைக் காளான் வளர்ப்புக்குப் பல நாடுகளிலும் பயன்படுகின்றன.

நோய்சார் இலைப்புள்ளி, இலைக்கருகல், துரு, சாம்பல்

நோய், கரிப்பூட்டை, பசுங்கதிர், நாற்றமுகல், வேரமுகல், வாடல் போன்ற நோய்கள் பூசணங்களால் தோன்றுகின்றன.

கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். Alexopoulos E.J., *Introductory Mycology*, Wiley Eastern Limited, Bangalore, 1962.



## பூசணவியல்

பூசணங்களைப் பற்றிய அறிவியல் பூசணவியல் (mycology) எனப்படும். ஏறத்தாழ இது வரை 100,000 பூசண இனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

பூசணங்கள் யாவும் மைக்கோட்டா என்னும் பெருத் தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இத்தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பூசணங்களை இரு துணைத் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். உறையற்ற உடலமைப்பை உடையவை மிக்சோமைக்கோடினா என்றும், உறையுள்ள உடலமைப்பை உடையவை யூமைக்கோடினா அல்லது உண்மையான பூசணங்கள் (true fungi) என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இவ்விரு துணைத் தொகுதிகளில் யூமைக்கோடினா சிறப்பு வாய்ந்தது.

மிக்சோமைக்கோடினா. இத்துணைத் தொகுதியில் மிக்சோமைசீட் என்னும் வகுப்பு அடங்கியுள்ளது. இவ் வகுப்பில் பசைப்பூசணம் (slime mold) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இதன் உருவம் உறையற்ற புரோட்டோபிளாசத்தின் தொகுப்பாகும். இவ்வகை உருவம் பிளாஸ்மோடியம் என்று கூறப்படுகிறது. இப்பூசணம் ஈர மண்ணிலும், அழுகும் தண்டு, இலை போன்றவற்றிலும் காணப்படுகிறது.

புரோட்டோசோவா, பூசண வித்து பாக்டீரியா, ஏனைய நுண்ணுயிரிகள் கரிமப் பொருள் போன்றவற்றை உணவாகக் கொண்ட இப்பூசணம் பெருக்கமடைகிறது. வளர்ச்சிப் பருவம் முடிந்தபின் பிளாஸ்மோடியம் யாவும் ஒன்று சேர்ந்து வித்துப் பையாக (sporangium) மாறுகின்றன. இவ்வித்துப் பைகளில் வித்துகள் (spores) தோன்றுகின்றன. வித்துப்பைகளின் உறை கிழிந்தவுடன் வித்துகள் வெளிவருகின்றன. இவ்வித்துகள் முளைக்கும் போது ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட இருபுற இழைகளைக் கொண்ட உறையற்ற செல்கள் உண்டாகின்றன. இச்செல்கள் பாலணுக்களையொத்த காமீட்டுகளாகச் (gametes) செயல்படுகின்றன. இவை பின்புறத்தில் ஒன்றுசேர்த்து வளர்ச்சி பெற்று உறையற்ற பிளாஸ்மோடியம் உருவத்தை உண்டாக்குகின்றன.

யூமைக்கோடினா. இதில் பின்வரும் நான்கு வகுப்புகள் அடங்கியுள்ளன

பைகோமைசெட்டெஸ். குறுக்குச் சுவர்களற்ற குழல் போன்ற பல உயிரணுக்களைக் கொண்ட பூசண இழைகளைக் கொண்ட பூசணங்கள் இவ்வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இப்பூசணங்கள் வித்துப்பைகள் உடையவை.

ஆஸ்கோமைசெட்டெஸ். இவற்றைப் பையுடைய பூசணங்கள் (asc fungi) என்றும் கூறலாம். ஈஸ்டுகள் இவ்வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டிருந்தாலும் அவற்றைப் பைப்பூசணம் என்று கூறுவதில்லை. இவ்வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பூசணங்கள் துணைத்திலும் குறுக்குச் சுவர்களுள்ள (cross septa) உடல் செல்களாலான பூசண இழைகள் உள்ளன. இவற்றின் பாலின்ப் பெருக்கம் வித்துகள் (ascospores) மூலம் தடைபெறுகின்றன.

பெசிடியோமைசெட்டெஸ். இவற்றின் இனப் பெருக்க உறுப்பு (basidium) கோடாலி போன்ற உடல் அமைப்புப் பெற்றுள்ளமையால் இவை கோடாலிப் பூசணங்கள் (club fungi) எனக் கூறப்படுகின்றன.

டீயுட்ரோமைசெட்டெஸ் (Deuteromycetes). இவ்வகுப்பில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பூசணங்களின் பாலின்ப் பெருக்க முறை இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. எனவே இவற்றை திறைவு பெறாத பூசணங்கள் (imperfect fungi) என்று கூறுவதுண்டு.

மேற்காணும் நான்கு வகுப்புகளில் பைகோமைசெட்டெஸ் வகுப்பைச் சேர்ந்த பெரும்பாலான இனங்களில் அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழலில் பல நிலைகளும் ஒத்திராத காரணத்தால் 1952இல் அலெக்சோபோலஸ் என்னும் அறிவியலார் இவ்வகுப்பைப் பல சிறு வகுப்புகளாகப் பிரித்தமைத்தார். பூசணங்களின் இனப்பெருக்கத் திசுவறைகளின் புற இழைகளின் (flagella) எண்ணிக்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்டது. அவற்றை ஒற்றைப்புற இழையுடையவை (uniflagellate), இரட்டைப்புற இழையுடையவை (biflagellate), புற இழை இல்லாதவை (aplanatae) எனலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## பூசணவோர்

இது பூசணத்திற்கும் (fungus) செடியின் வேருக்கும் இடையே உள்ள ஒருவகை இணை வாழ்க்கை முறையைக் (symbiosis) குறிக்கும். பூசணவோர் செடி வேரின் வெளிப்புறத்திலும் உட்புறத்திலும் இணைந்துள்ள தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு வெளிப்புறத்தில் இணைந்த பூசணவோர் (ectotrophic mycorrhiza), உட்புறத்தில் இணைந்த பூசணவோர் (endotrophic mycorrhiza) எனப் பகுக்கலாம்.

வெளிப்புறத்தில் இணைந்த பூசணவேர், செடியின் வேரைச் சுற்றிலும் சிறிய இழைபோன்று இணைந்திருப்பதைக் காணலாம். கிளைவேர்களைச் (root lets) சுற்றிலும் வெளிப்புறச் செல்களுக்கு இடையில் நுழைந்து மெல்லிய வலை (mantle) பின்னப்பட்டிருப்பது போன்ற காணப்படும். அமேனிட்டா போலிடஸ் போன்ற காளான் வகைகள் பைன், ஓக் மரங்கள் ஆகியவற்றின் வேர்கள் இம்முறையில் இணைந்திருக்கின்றன.

உட்புறத்தில் இணைந்த பூசணவேர் செடியின் வேர்த் தூவிகளின் (root hairs) உள்ளே நுழைந்து இணைந்திருக்கும் திறன் பெற்றது. ஆர்மில்லேரியா என்னும் காளான் இவ்வகையைச் சேர்ந்ததாகும்.

பூசணவேர்களைக் கீழே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு பலவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை வெசிக்குலார் ஆர்பஸ்குலார் பூசணவேர் (vesicular-arbuscular mycorrhiza), வெளிப்பூசண வேர் (ectomycorrhiza), வெளியும் உள்ளும் உள்ள பூசணவேர் (entendo mycorrhiza), ஆர்புடாய்டு பூசணவேர் (arbutoid mycorrhiza), மேனோடிரோபாய்டு பூசணவேர் (monotropoid mycorrhiza), எரிகாய்டு பூசணவேர் (eroid mycorrhiza), மலர்ச்செடி வகைப் பூசணவேர் (orchidaecous mycorrhiza) ஆகியவையாகும்.

பூசண வேருடன் தொடர்புள்ள சில மரங்களில் வேர்த்தூவிகள் இருப்பதில்லை. எவ்வே மண்ணிலிருந்து நீர், தாதுப் பொருள் ஆகியவற்றை எடுத்துக் கொள்ளுதல் போன்ற வேர்த்தூவிகளின் செயலைப் பூசணவேர்களே மேற்கொள்கின்றன.

பயன். பூசண வேர்களைத் தொழுவிற்கும் பூசணங்கள் மண்ணிலிருந்து பாஸ்பரஸ் போன்ற ஊட்டப்பொருளைத் திறம்பட எடுத்துக்கொண்டு செடியின் வளர்ச்சிக்குத் துணைபுரிகின்றன. விரைவில் உறுதியான கன்றுகளை (vigorous seedlings) உருவாக்குவதில் பூசணவேர்கள் துணை நிற்கின்றன. வனச் செடிகள் (forest plants) நட்டவுடன் வலிவோடு வளராமல் காய்ந்து விடுவதற்குக் காரணம் பூசணப் பெருக்கம் அப்பகுதியில் உள்ள மண்ணில் இராமையே எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. நாற்றுப்பருவத்தில் ஏற்படும் நோய்களைக் கட்டுப் படுத்தும் திறனைப் பூசணவேர்களை உருவாக்கும் பூசணங்கள் பெற்றிருக்கின்றன.

பூசணவேர் வளர்ந்துள்ள கன்றுகளை நடப் பயன்படுத்துவதால் நட்ட செடிகள் காய்ந்துவிடுவதை ஓரளவு தவிர்க்கலாம். நீர்ப்பற்றாக்குறை, வெப்பநிலை ஆகியவற்றைத் தாங்கும் இயல்பைப் பூசணவேர்கள் பெற்றிருக்கின்றன. மலர் செடி வகைகளின் (orchids) விதைகளின் முளைப்புத் திறனைப் பூசணவேர்கள் ஊக்குவிக்கின்றன.

### பூசண வேர்களை உட்புகுத்தும் முறை

வெளிப் பூசண வேர். மணிவழி உட்புகுத்தல் பூசணவேர் கொண்ட நாற்றுகளைப் பயன்படுத்துதல், பூசண வேர்களை ஊடகத்தில் வளர்த்து உட்புகுத்தல் ஆகிய முறைகளில் வெளிப்பூசண வேர் உட்புகுத்தப்படுகிறது.

மண் வழி உட்புகுத்தல். காட்டு நிலத்தில் உள்ள மண் பூசண வேர்களை உட்புகுத்துவதற்குப் பொதுவாகப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில் காட்டில் பூசணவேர்களை உருவாக்கும் திறன் வாய்ந்த பலவகைப் பூசணங்கள் இயல்பாகவே பெருக்கி காணப்படுகின்றன. தரையின் மேற்புத்திலிருந்து பூசணங்களும் பூசண வேர்களை இணைந்துள்ள தாவர இனத்தின் வேர்ப்பகுதிக்கு மிகுதியாகக் கிடக்கின்றன. எனவே இவ்வாறான மண்ணிலிருந்து அப்பூசணங்களை மண்ணுடன் சேர்த்துச் சேகரித்து நாற்றுகளை வளர்ப்பதால் அவற்றில் பூசணவேர் உட்புகுவதற்கு வழியேற்படுகிறது.

பூசணவேர் கொண்ட நாற்றுகளைப் பயன்படுத்தல். பூசணவேர் இணைந்துள்ள 30-80 செ.மீ. உயரமுள்ள நாற்றுகளை 1 மீ. இடைவெளியில் நடவேண்டும். ஓராண்டில் பூசண வேரின் வளர்ச்சி, வளர்ந்த மரங்களின் வேர்ப்பகுதிகளிலும் மிகுதியாகப் பெருகியிருக்கும். அச்சமயத்தில் நாற்றுகளை 10 செ.மீ. இடைவெளியில் மரங்களுக்கு இடையில் நட வேண்டும். அதன் மேல்புறம் காய்ந்துவிடாமல் பாதுகாக்கப்படுவதுடன் களைச் செடிகளும் முளைப்பது தவிர்க்கப்படுகிறது. ஏறத்தாழ இரண்டாண்டுகளில் நாற்றுகள் வளர்ந்து பெரிதாகும்போது பூசணவேர்கள் நன்கு பரவியிருக்கின்றன.

ஊடகத்தில் வளர்ந்து உட்புகுத்தல். மண்மக்கு பாசி, வெர்மிசில்லைட் ஆகியவை சேர்ந்த ஊடகத்தில் பூசணத்தைப் பெருக்கி நாற்றுப் பருவத்தில் உட்புகுத்தப்படுகிறது.



வெசிக்குலார் - ஆர்பஸ்குலார் பூசணவேர். இவ்வகைப் பூசணவேர் பெருக்கமடைவதற்குச் செடி தேவைப்படுகிறது. இப்பூசணம் வளர்ந்துள்ள மண்ணும் வேரும் அடங்கிய தொட்டியில் சோளப்பயிரை வளர்த்தால் அதன் வேர் மண்டலத்தில் பெருக்கமடைகிறது. இப்பூசண வேரை உழவுச் சாலில் கலந்தும், விதைகளில் கலந்தும் உட்புகுத்தலாம்.

கா. சிவப்பிரகாசம்

## பூசணி

இதைச் சாம்பல் பூசணி, வெள்ளைப் பூசணி, கல்யாணப் பூசணி, தடியன்காய், பெரும்பூசணிக்காய் என்றும் கூறுவர். காயின் மேல் ஒருவிதச் சாம்பல் நிற மெழுகு போன்ற படிவு இருப்பதால் இதற்குச் சாம்பல் பூசணி என்னும் பெயர் வந்தது. பூசணியின் தாவரப் பெயர் பெனின்கேசா ஹிஸ்பிடா (benincasa hispida) என்பதாகும். பெ. செரிஃபெரா (b.cerefera) என்பது இதன் பழைய தாவரப் பெயர். பூசணி ஓரளவு வறட்சி பகுதிகளில் சாகுபடி செய்ய ஏற்ற காய்கறி. மழை மிகுதியாகப் பெய்யும் பகுதிகளில் இது விளைவதில்லை. ஆசிய நாடுகளில் குறிப்பாக இந்தியாவில் இதன் சாகுபடி மிகுதியாக உள்ளது. மலேசியாவில் தென் பகுதியைவிட, வட பகுதியில் இது நன்கு விளைகிறது. சமவெளியிலும் 1200 மீ. உயரம் வரையான மலைப் பகுதியிலும் இதைச் சாகுபடி செய்யலாம். வட இந்தியப் பகுதிகளில் சாகுபடியாகும் பூசணி வகைகளுள் இது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. ஜாவா நாட்டில் இது காட்டுச் செடியாக வளர்கிறது.

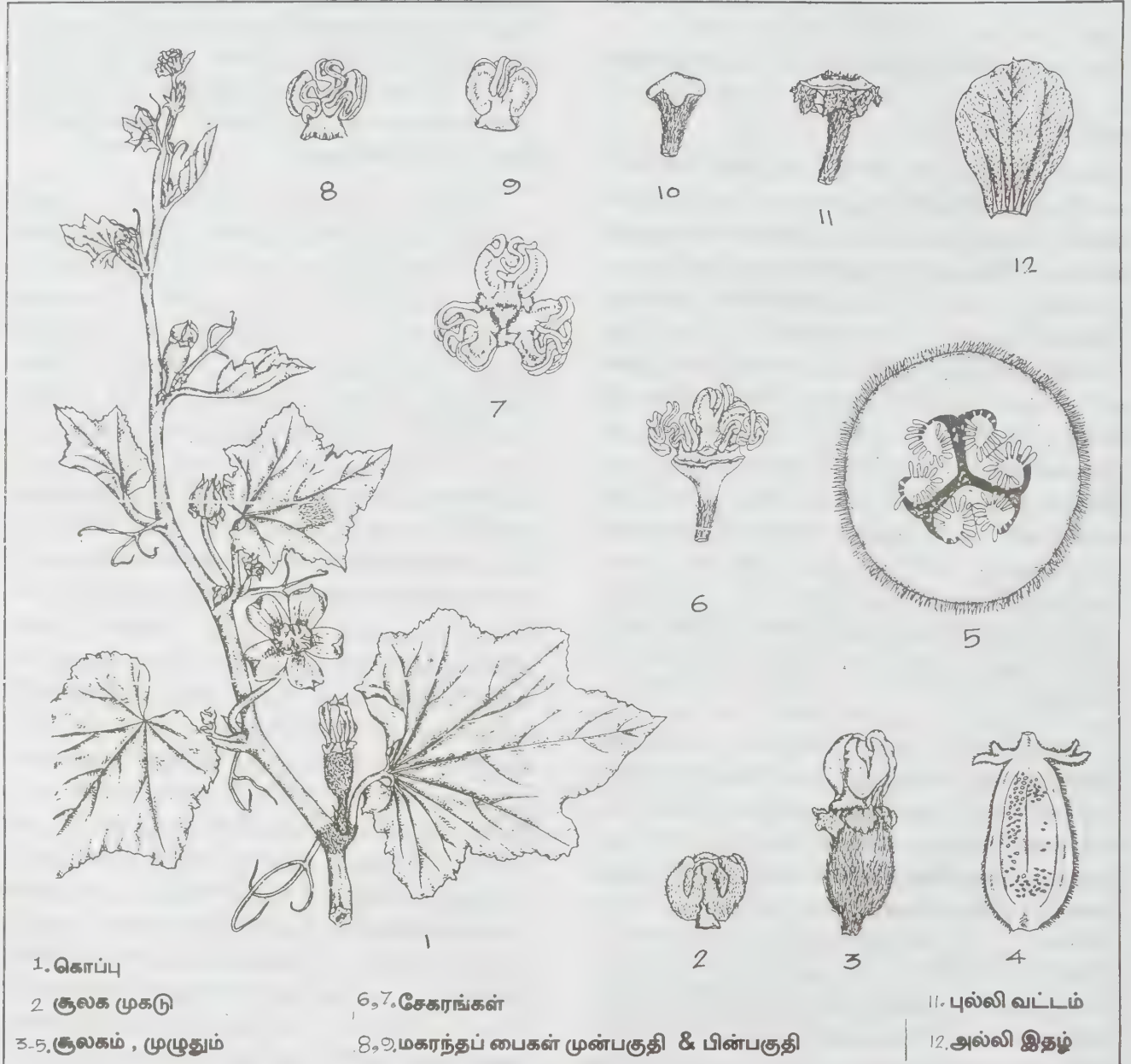
வளரியல்பு. பூசணிக்கொடி நன்கு கிளைத்துத் தரையில் படர்ந்து வளரும் ஒரு பருவக்கொடி. இக்கொடியை மரத்தின் மீதும் கூரையின் மீதும் ஏற்றி வளர்ப்பதுண்டு. கொடித்தண்டு இளம்பச்சை நிறமாகவும் ஆங்காங்கே சற்று முடியைப் பெற்று இருக்கும். பற்றுக்கம்பி (tendrill) அதன் நுனியில் இரண்டு அல்லது மூன்றாகப் பிரிந்திருக்கும். பெரிய இலைகள் 5 - 11 கோணங்களையோ பிரிவுகளையோ பெற்று பல்போன்று ஒரே அமைப்புடன் இருக்கும். காம்பருகு இலைப்பகுதி இதய வடிவமானது. இலைக்காம்பின் நீளம் 10 - 20 செ.மீ. விட்டத்தில் இருக்கும். புல்லிவட்டம் ஐந்து பிரிவுகளைக் கொண்டு இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் தனித்தனியாக உண்டாகியிருக்கும். ஆண் பூவின் காம்பு 5 - 12 செ.மீ. நீளமானது. பெண் பூவின் காம்பு

குட்டையானது. 2 - 4 செ.மீ. நீளச் சூல்பை அடர்த்தியான துய்யிழையால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். சூலகமுடி மூன்றாகப் பிரிந்தும் வளைந்தும் இருக்கும். ஒவ்வொரு பிரிவிலும் இரண்டு சிறு பிரிவுகள் காணப்படும். பஞ்சு பெருத்துக் காயாகி உருண்டையாகவோ நீள் வட்டமாகவோ இருக்கும். காய்கள் பெருக்குமுன் முடியைப் பெற்றிருக்கும். நன்கு முற்றிய காய் ஆழ்பச்சை நிறத்திலும் பளபளப்பாகவும் மெழுகு போன்ற வெண்ணிறப் பொருளால் மூடப்பட்டு இருக்கும். மையப்பகுதியில் கனிச்சதை பஞ்சு போன்றும் விதைகளை கொண்டும் இருக்கும். விதைகள் தட்டையாகவும் வழுவழப்பாகவும் வெண்ணிறமாகவோ இளம் பழுப்பாகவோ காணப்படும். முட்டை வடிவ விதையின் அடிப்பகுதி குறுகியிருக்கும்.

சாகுபடி முறை. பறங்கியை விடப் பூசணி வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் தன்மை கொண்டது. மேலும் பறங்கியை விட இப்பயிரை எளிதாகச் சாகுபடி செய்யலாம். வெப்ப மண்டலங்களில் வளரும் பூசணிக் கொடிகளுள் இதுவும் ஒன்று. வடிகால் வசதியுள்ள மணற்பாங்கான நிலமும், களிச்சேற்று வண்டல் மண் நிலமும் இதன் சாகுபடிக்கு ஏற்றவை. இப்பயிரின் வயது பயிரிடும் வகைக்கேற்ப 3 - 5 மாதங்கள் ஆகும். இதை ஓர் ஆண்டில் 3 அல்லது 4 முறை சாகுபடி செய்யலாம். நன்றாக முற்றிய காய்களிலிருந்து விதைகளைச் சேகரித்து உலர்த்திச் சேமித்து அவற்றை விதைப்பதற்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். இப்பூசணியின் விதைகள் 10 ஆண்டுகள் வரை முளைப்புத் திறன் குன்றாமல் இருக்கின்றன. விதைகளைத் தமிழ்நாட்டில் பெரும்பாலும் ஆடிப்பட்டத்திலும் (ஜூன்- ஜூலை) தைப்பட்டத்திலும் (நவம்பர் - ஜனவரி) விதைப்பது வழக்கம். இப்பயிர் சாகுபடி செய்யவுள்ள நிலத்தை 4 அல்லது 5 முறை நன்கு உழுது பண்படுத்த வேண்டும். பின்பு 2 x 2.5 மீ. இடைவெளியில் 45 x 45 x 45 செ.மீ. அளவுடைய குழிகளைத் தோண்ட வேண்டும். குழி ஒன்றுக்கு 25 கி. தொழு உரம் அல்லது மக்கு எரு, 100 கிராம் கலப்புரம் எண் 6(6-12-12) ஆகிய வற்றைச் சேர்த்து கலக்கி இட்டு மண்ணால் மூடி நீரைப் பாய்ச்ச வேண்டும். பின்னர் குழிக்கு 5 அல்லது 6 விதைகள் வீதம் கையினால் ஊன்ற வேண்டும். ஊன்றிய விதைகள் 7 - 15 நாட்களில் முளைத்து விடுகின்றன. விதைத்த 15 ஆம் நாள் ஒவ்வொரு குழியிலும் இரண்டு வளமான செடிகளை மட்டும் விட்டுவிட்டு மற்றவற்றை களைந்துவிட வேண்டும். ஒரு ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பு பூசணிப் பயிர் சாகுபடிக்கு 2.5 கி.கி. விதை போதுமானது. பின்பு ஒரு வார இடைவெளியில் நீர்ப்பாசனம் செய்தலும் இரண்டு அல்லது

மூன்று முறை களையெடுத்து கொத்தி விடுதலும் செடி நன்கு வளர்வதற்கு வழி வகுக்கும். விதைத்த 30 ஆம் நாள் குழி ஒன்றுக்கு 20 கிராம் தழைச்சத்து அளிக்குமளவிற்கு அம்மோனியம் சல்ஃபேட் அல்லது யூரியாவை இட வேண்டும். காய்கள் அடிபடாமல் இருந்தால் அவற்றை ஏறக்குறைய ஓராண்டு காலம் கெடாமல் சேமித்து வைத்திருக்கலாம்.

வகை. இந்தியாவில் குறிப்பாகத் தமிழகத்தில் கோ.1, கோ.2 என்னும் வகைகள் சாகுபடியில் உள்ளன. கோ.1 என்னும் வகை 140 நாட்கள் ஹெக்டேருக்கு 20 - 30 டன் காய் விளைச்சலைத் தரும். ஒவ்வொரு காயும் 8 - 10 கி.கி. எடையுடன் இருக்கும். இவ்வகையில் காய் சதைப் பற்றுடனும் சதை இளம் பச்சை நிறத்துடனும் இருக்கும். கோ.2



1. கொப்பு

2. குலக முகடு

3-5. குலகம், முழுதும்

6, 7. சேகரங்கள்

8, 9. மகரந்தப் பைகள் முன்பகுதி & பின்பகுதி

11. புல்லி வட்டம்

12. அல்லி இதழ்



வகையின் வயது 135 நாட்கள். இது ஹெக்டேருக்கு 34 டன் வரை விளைச்சலைத் தரும்.

இதன் காய்கள் சிறியவை. காய்களின் எடை 2.5 - 5 கி.கிராமாகும். காயின் சதை இளம்பச்சை நிறத்திலிருக்கும்.

**பூச்சிகளும் நோய்களும்.** பூசணியில் பறங்கி வண்டுகளான ஆலகோம்போரா சிற்றினங்கள் இலைகளில் துளைகளை ஏற்படுத்தவும், பூச்சிகளை உண்ணவும் செய்யும். புழுக்கள் மண்ணுடன் தொடர்பு கொள்ளும் கொடி, பூ, வேர்களைப் பாதிக்கின்றன. வண்டுகளைச் சேகரித்து அழித்தும் 0.05% மோனோகுரோட்டோஃபாஸ் பூச்சிக் கொல்லி மருந்தைத் தெளித்தும் இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம். புளுசியா (plusia spp) சிற்றின இலைச் சுருட்டுப்புழுக்கள் இலைகளை உண்பதுடன் பூ, பிஞ்சுகளையும் பாதித்து விளைச்சலைக் குறைக்கின்றன. இதனைக் கட்டுப்படுத்த மேற்கூறிய பூச்சிக்கொல்லியையே தெளிக்கலாம். பூசணியில் பேரிழப்பை ஏற்படுத்தும் நோய்கள் எவையும் இல்லை.

**பயன்.** பூசணிக்காயில் புரதம், கொழுப்பு, நார்ப்பொருள், மாவுப்பொருள், கால்சியம், பாஸ்பரஸ், இரும்பு, தயமின், ரைபோஃபிளேவின், நியாசின், வைட்டமின் ஆகியன உள்ளன. சதைப்பகுதியை மட்டும் சமைத்து உண்பது வழக்கம். ஆக்ரா போன்ற வட இந்தியப் பகுதிகளில் இதனைப் பயன்படுத்திப் பலவகை இனிப்புப் பண்டங்களைத் தயாரிக்கின்றனர். இக்காய் எளிதாகச் செரிமாணமாகக் கூடியது. பூசணிக்காயைச் சமைத்து உண்ணக் குளிர்ச்சி கிட்டும். மலத்தையும் சிறுதீரையும் வெளியேற்றும். உடல் வறட்சி, பித்தக்காய்ச்சல், தீர்க்குடுப்பு போன்ற நோய்களுக்கு குணமளிக்கும். இக்காயின் சாற்றுடன் கற்கண்டைச் சேர்த்துக் கலக்கிக் குடிக்க உள்புண்களிலிருந்து ஒழுகும் குருதி நிற்கும். பூசணிக்காய் காக்கை வலிப்பு, நரம்புத் தளர்ச்சி இதய வலியின்மை, சோர்வு ஆகியவற்றையும் நீக்கும். துரையீரல் மூக்கு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் குருதிப் பெருக்கிற்கு ஒரு குவளை காய்ச்சாற்றுடன் ஒரு தேக்கரண்டி நெல்லிக்காய்ச் சாற்றையோ எலுமிச்சம் பழச்சாற்றையோ கலந்து அருந்தலாம். இது வாய் நாற்றத்தையும் போக்கும். உடல் பருமன் குறைய இக்காயை அடிக்கடி உணவில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். மருந்துகளின் முறிவுக்கு இக்காயைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தலாம்.

பூசணியின் விதைகளை சிறு துளையிட்டு நீக்கிவிட்டு அதனுள் மாச்சக்கரையை உட்செலுத்தி வைத்திருக்க நாளடைவில் ஒரு வகை நீர்மம் கிடைக்கும். இதை மருந்து முறிவிற்குப் பயன்படுத்தலாம். நன்கு பருத்த காய்களி

லிருந்து எடுக்கப்பட்ட விதைகளை வெயிலில் உலர்த்தி அவற்றின் மேல்தோலை நீக்கியபின் கிடைக்கும் வெண் சாம்பல் நிறப்பருப்பு பலவகைக் காரங்களிலும் பயன்படுகிறது. காய்களைப் போன்றே விதைகளும் குளிர்ச்சியைத் தரும் தன்மை கொண்டவை. சத்துமிக்க விதைகள் வறட்சி, இரும்புக் காய்ச்சல், பித்த மயக்கம், தாகம் ஆகியவற்றை நீக்கும். விதைகளை வறுத்தும் தோல் நீக்கிய விதையை சமைக்காமல் பச்சையாகவும் உண்ணலாம். விதைகள் மூளைக்கு உறுதி தரக்கூடியன. சாம்பல் பூசணியின் விதையை அரைத்து வெறும் வயிற்றில் அருந்தி பின் 2 - 3 மணி நேரம் சென்றபின் ஆமணக் கெண்ணெயை உட்கொள்ளக் குடலிலுள்ள நாடாப்புழு வெளிப்படும். இளம் இலைகளையும் மொட்டுகளையும் பசலையைப் போன்று பக்குவம் செய்து உண்ணலாம். காயின் மேல் தோலையும் விதைகளையும் தேங்காய் எண்ணெயில் காய்ச்சிக் கிடைக்கும் எண்ணெயைத் தலையில் தடவிவரக் கண்ணுக்குக் குளிர்ச்சி கிட்டும். தலை முடி செழித்து வளரும் ஆயுர்வேத முறையில் பூசணிக்காய்த் தைலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. சீன மக்கள் இக்காயைப் பயன்படுத்தி வடிசாறு (soup) செய்து அருந்துவது வழக்கம். கொழுந்து இலைகளையும் பூ மொட்டுகளையும் வேக வைத்து காய்கறியாக உண்ணலாம்.

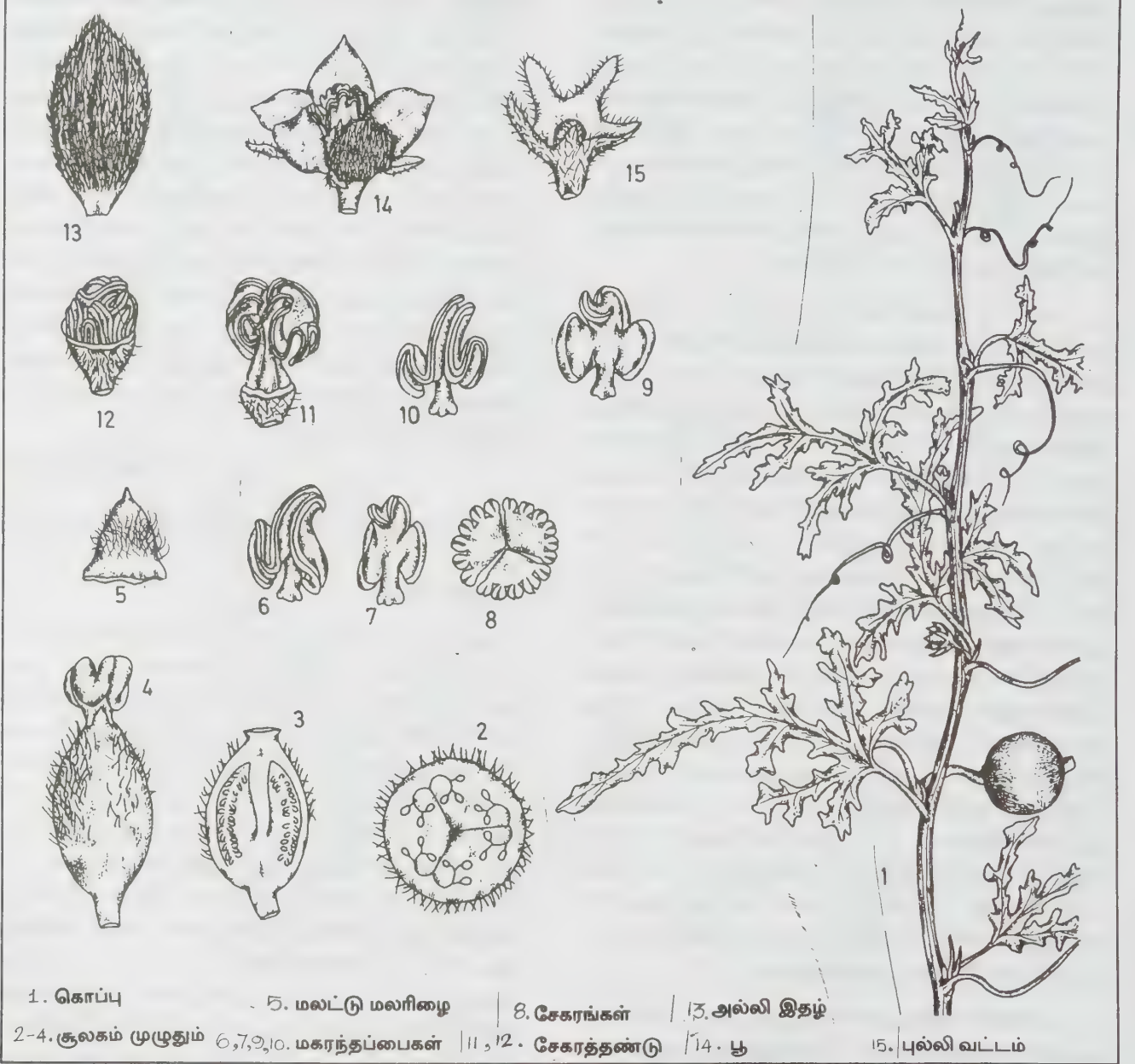
கோ. அர்ச்சுனன்

## பூசணி வகை

ஏற்குறைய 20 பேரினங்களுள் 750 சிற்றினங்களும் பூசணி வகையில் (cucurbits) அடங்கியுள்ளன. பூசணி வகை குக்கர்பிட்டேசிக் (cucurbitacea) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இவ்வகையில் பெரும்பாலும் வெப்பப் பகுதிகளிலும் மித வெப்பப் பகுதிகளிலும் மிகுந்து காணப்படுவதுண்டு. இந்தியாவில் பூசணி வகைகள் மிகுதியான பரப்பில் சாகுபடி செய்யப்பட்டு வருகின்றன. பூசணி வகைத் தாவரங்கள் மென்மையான ஒரு பருவத் தாவரங்களாக, படர் கொடிகளாகக் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்களின் தண்டின் மீது மயிரிழை போன்ற வளரி காணப்படுகிறது. இலைகள், தனியிலைகளாக உள்ளங்கை வடிவ அமைப்புடன் மாற்று இலை அடுக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. இந்தத் தாவரங்களின் பற்றுக் கம்பி (tendrill) அமைப்பு சிறப்புறுப்பாகக் கருதப்படுகிறது. மஞ்சரி தனி மலராக அச்சப்பகுதியில் காணப்படும் அல்லது பானிக்கிள் (panicle)

என்னும் மஞ்சரி அமைப்பில் காணப்படும். ஒழுங்கான, ஆர்ச்சமச்சுருமைய ஒருபால் ஐந்தங்க அமைப்புடைய மலர்கள் உள்ளன. புல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் இணைந்து காணப்படும். ஆண் மலரில் மகரந்த சேகரங்கள் இணைந்துள்ளன. மகரந்தப் பைகள் மகரந்தத் தாள்கள் ஆகியன ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்திருக்கும் அமைப்பை இணைந்த ஆணகம் (syndroes androecium) என்பர்.

பெண் மலரில் கீழ் மட்டச் சூல்பை, சூலகம் மூன்று சூலிலைகள் இணைந்து, ஓர் சூலறை அமைப்புடனும் காணப்படும். சூல்கள்-சுவரொட்டு முறையில் (parietal placentation) அமைந்துள்ளன. சூல்களில் இரு சூலுறைகள் (bitegmic ovules) காணப்படுகின்றன. கனி சதைக்கனி (pepo) வகையைச் சேர்ந்தது. ஒவ்வொரு காயிலும் கனியிலும் பல தட்டையான விதைகள் உள்ளடங்கியிருக்கும்.



பேய்க்குமட்டி (Citrullus colocynthis)



பூசணி வகைத் தாவரங்கள் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவையாகும். இவற்றுள் பெரும்பாலானவை இளங்காய்களாகவோ முதிர்ந்த காய்களாகவோ கொய்யப்பட்டுக் காய்கறியாகச் சமைத்துண்ணப்படுகின்றன. சுரை, பீர்க்கு, பாகல், புடலை முதலியவற்றின் இளங்காய்களும் பறங்கி, சாம்பல் பூசணி, கோவைக்காய், சௌ சௌ மூலியவற்றின் முற்றிய காய்களும் உண்ணப்படுகின்றன. வெள்ளரி, தர்பூசணி, மூலாம்பழம் போன்றவற்றின் கனிகளை உண்ணலாம். கோடைக் காலத்தில் கிடைக்கும் இவை தாகத்ததை தணிப்பதுடன் குளிர்ச்சியையும் தருகின்றன. சில வகைப் பீர்க்கங்காய்களின் முதிர்ந்த உலர்ந்த காய் உடல் அழுக்கைத் தேய்த்து குளித்து நார்வலையாகப் பயன்படுகிறது. பொதுவாக பறங்கி, சாம்பல் பூசணி, வெள்ளரி போன்றவற்றின் காய்களிலிருந்து விதைகள் எடுத்த பின்னரே நார்வலையாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பேய்க்குமட்டி (*citrullus colocynthis*) என்னும் கொடி வகையில் காயையோ கனியையோ உண்ண முடியாது. இதன் நன்கு முற்றிய பழுக்காத காயிலிருந்து கோலோசைந்த என்னும் மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. கால்நடை மருத்துவத்தில் இதன் காய்களைப் பயன்படுத்துவதுண்டு. சிக்கானோ ஓடோரிபெரா (*sicana odorifera*) என்னும் பல்லாண்டு வாழ்செடி தென் அமெரிக்காவில் அழகு தாவரமாக வளர்க்கப்படுகிறது. உண்ணக்கூடிய இதன் கனிகள் ஆரஞ்சு கிரிம்சன் முதல் கருநீலம் கறுப்பு நிறங்களில் காணப்படுகின்றன.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பூசம்

காண்க: கொடிநறு

## பூட்டும் முறைகள்

தொழிற்சாலைகளில் உற்பத்தியான பொருள்களைப் பூட்டும் வழிமுறைகள் பூட்டும் முறைகள் (assembly methods) எனப்படுகின்றன. முற்காலத்தில் பயிற்சி பெற்ற கைவினைஞர்கள் ஒவ்வொரு பொருளையும் வெவ்வேறு தரத்தில் உற்பத்தி செய்தனர். ஆனால் இன்றைய நவீனப் பூட்டும் வழிமுறைகளால் குறைந்த விலையில் தரமிக்க பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

பூட்டும் முறைகளைக் கோத்தினைப்பு முறைகள் என்றும் கூறுவர். பூட்டும் முறைகள் கைப்பூட்டு முறை (hand assembly), பிடிப்பான் அல்லது பணிதிலையைப் பூட்டு முறை (fixture or work station assembly), முன்னேறு வரிசை பூட்டும் முறை (progressive line assembly), நகர்த்து வார்ப்பட்டை முறை (conveyorized assembly), தானியங்கிப் பூட்டு முறை (automatic assembly) எனப் பல வகைப்படுகின்றன.

கைப்பூட்டு முறை. இப்பூட்டும் முறையில் உற்பத்திப் பொருள்கள் யாவும் பிடிப்பான் இராமல் கைகளாலே பூட்டப்படுகின்றன. பெரிய கருவிகளின் பூட்டும் அமைப்புகளுக்குத் தூக்கும் எந்திரமும், திருகியக்கி, ஆணித் துளை எந்திரம், கைப்பூட்டு ஆகியன தேவைப்படுகின்றன.

பிடிப்பான் அல்லது பணிமனைப்பூட்டு. பெருமளவு உற்பத்தி செய்ய இவ்வகைப் பூட்டுமுறை பயன்படுகிறது. இப்பூட்டு முறைக்குக் குறைந்த செலவே ஆகும். சிறு கருவி முதல் வானூர்திப் பகுதிகள் போன்ற பெரிய பொருள்களையும் உற்பத்தி செய்ய ஏற்ற பூட்டு முறை இது. இம்முறையில் பொருத்தி, பிடிப்பான் ஆகியவை இடம் பெறுகின்றன. இவற்றுள் பொருத்தி முதலிடம் பெறுகிறது.

முன்னேறு வரிசை பூட்டு முறை. இப்பூட்டு முறைக்குக் குறைந்த முதலீடே போதுமானது. இம்முறையில் உற்பத்திப் பொருள்கள் பூட்டுவதற்காக மாற்றப்படும். மேலும் பூட்டும் தொடர் வரிசைக்கு ஏற்ப எந்திரங்களும், பணிமனைகளும் அமைக்கப்படுகின்றன.

நகர்த்து வார்ப்பட்டை பூட்டு முறை. இது முன்னேறு வரிசையின் ஒரு வகைத் திரிபு நிலை ஆகும். பெருமளவில் தயாரிக்கும்போது இப்பூட்டு முறை மிகவும் ஏற்றதாக உள்ளது. மேலும் ஒரு பணிமனை, உறுப்பின் குறைபாடாலும் எந்திரக் கோளாறாலும் பழுதானால் செயல் முறையின் முழுவரிசையும் சீர்கெட்டுவிடும் என்பது இம்முறையின் குறைபாடாகும்.

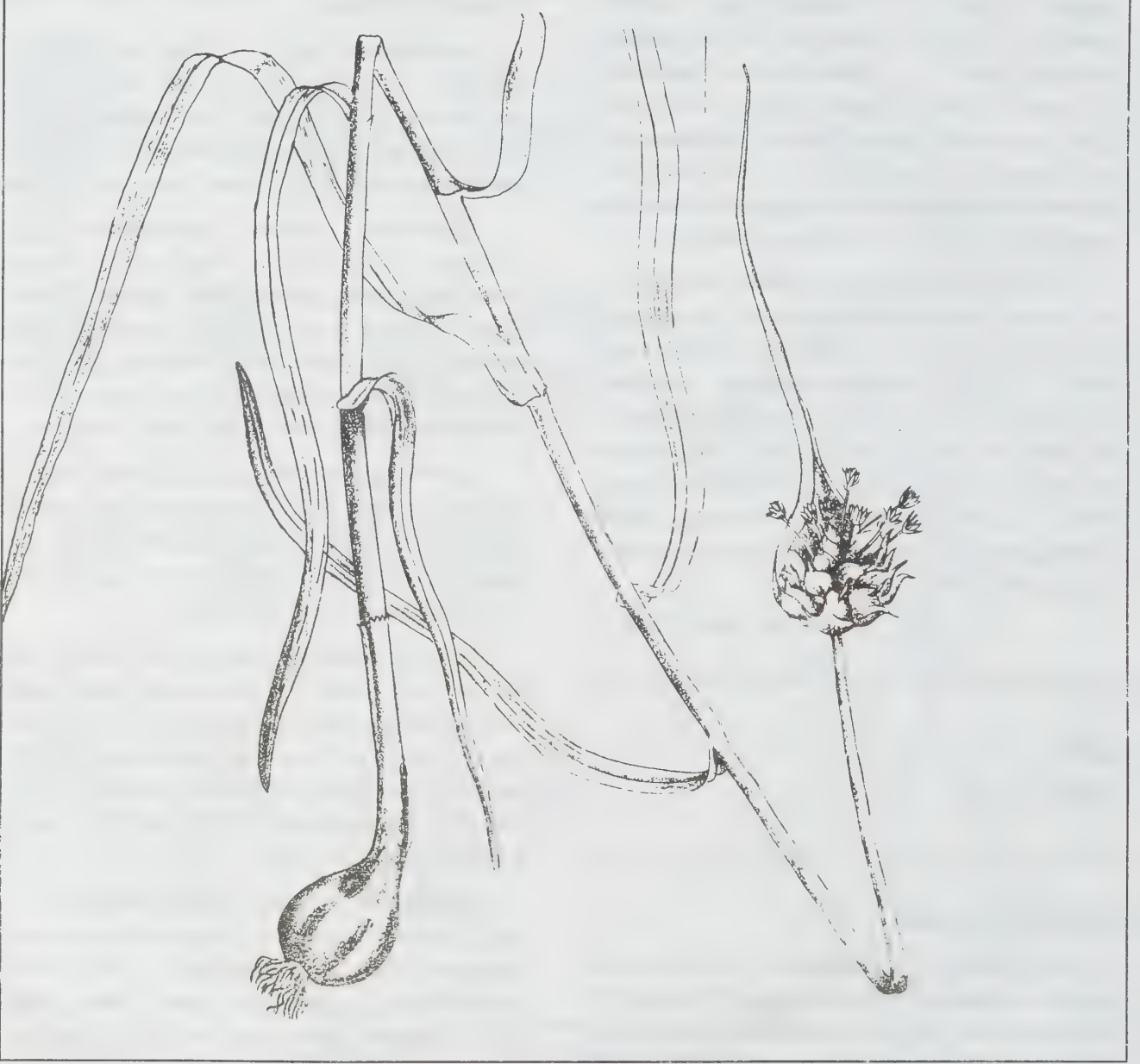
தானியங்கி அல்லது எந்திரப்படுத்தப்பட்ட பூட்டு முறை. உற்பத்திப் பொருள்களின் சிறப்புகள் மிகுந்துள்ள போது ஓர் எந்திரத்திற்கு முழுமையாகவோ பகுதியாகவோ மாற்றப்படும் முறை இது. இதில் செயல்படுத்துபவர் துணை உறுப்புகளைத் தனித்தனியாக எந்திரத்திற்கு அளிக்கிறார்.

கே. ஆர். கோவிந்தன்

## பூண்டு

இதற்கு வெள்ளைப்பூண்டு, வெள்ளைப்பூடு, வெள்ளுள்ளி என்றும் பெயர்கள் உண்டு. பூண்டுப் பற்களுக்குத் திரி, தேது, பல், திரிப்பு என்று பல பெயர்கள் வழங்கப்படும். அல்லியம் சட்டைவம் (*allium sativum*) என்பது இதன் தாவரவியல் பெயர். வில்லேசியக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இப்பயிர்

தமிழகத்தில் கொடைக்கானல், நீலகிரி மலைப்பகுதிகளில் மிகுதியும் விளைகிறது. இந்தியாவிலே நெடுங்காலமாகப் பயிரிடப்பட்டு வரும் சம்பாரப் பயிர்களுள் பூண்டும் ஒன்று. பூண்டிற்கு வெங்காயத்தைவிடக் காரமும் மணமும் மிகுதி. மைய ஆகிய இத்தன் தாயகம் எனக் கருதப்படுகிறது. ரோமானியர்களும் எகிப்தியர்களும் முற்காலத்தில் பலவித



பூண்டு (*Allium sativum*)



மருத்துகளில் பூண்டினைப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர். இந்தியா, அமெரிக்கா, சீனா ஆகிய நாடுகளில் பூண்டு விளைகிறது.

வளரியல்பு. பல சிறு விரல் போன்ற குமிழ்த் தண்டுகளின் (bulbelets) கூட்டாகப் பூண்டு காணப்படும். பல குமிழ்த் தண்டுகள் இணைந்து மெலிந்த செதில் போன்ற இலை உறைகளைப் போர்த்தியுள்ளன. இலைகள், தனி இலைகளாக நீண்ட உருளை வடிவம் பெற்று நடுவில் நாடாவைப் போன்று நேரடியாகக் குமிழ்த் தண்டின் மீதிருந்து கொத்தாக வட்டடுக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. இலையடிச் செதில்கள் குமிழ்த் தண்டுகளைப் போர்த்தியுள்ளன. மஞ்சரி சைமோஸ் அம்பெல் மலர்களைப் பாளம் போன்று பெரிய பூவடிச் செதில் (spathe) மொட்டாக உள்ளபோது பாதுகாக்கிறது. மூன்றங்க, ஒழுங்கான, இருபால் மலர்களில் 6 பூவிதழ்கள் இரண்டு வட்டத்தில் இணைந்துள்ளன. மகரந்தப் பைகள் இரண்டறைகள் கொண்டு கீழ்ப்பக்கத்தில் இணைந்தவை. மகரந்த தாள்கள் ஆறும் இதழுடன் இணைந்தவை (epiphyllous). மகரந்த பைகள் இரண்டு அறைகள் கொண்டவை. கீழ்ப்புறத்தில் இணைந்துள்ள (bilobed and hasifixed), மேல்மட்டச் சூலகம், 3 இணைந்த சூலக இலைகளாலானது. ஒவ்வொரு அறையிலும் இரண்டு சூல்கள் அச்சொட்டு முறையில் இணைந்துள்ளன. சூலகக் காம்பு சிறியது. சூலக முடி நேராக உள்ளது. கனி, வெடி கனி (capsule) வகையாகும்.

சாகுபடி முறை. வெங்காயம் சாகுபடி செய்யும் அனைத்து இடங்களிலும் பூண்டையும் சாகுபடி செய்ய முடியும். ஆனால் இதற்குக் குறைந்த வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இதை வெப்பப்பகுதிகளில் குளிர்காலப் பயிராகவே பயிரிடுவர். வெங்காயத்தைச் சாகுபடி செய்யும் நிலத்தைவிட வளமான நிலம் பூண்டிற்குத் தேவைப்படுகிறது. வடிகால் வசதியுள்ள பொடிமணல் கலந்த களிச்சேற்று வண்டல் நிலம் மிகவும் ஏற்றது. நிலத்தை நன்கு உழுது பண்படுத்தி இதனை இரு பருவங்களில் ஜூன், ஜூலை அல்லது அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் விதைக்கின்றனர். அயல்நாடுகளில் கிரியோல், இத்தாலியன், தாமித்தி என்று பல வகைகள் சாகுபடியில் உள்ளன. இந்தியாவிலுள்ள வகைகளை, நடுத்தரப் பூண்டு (நாட்டுப் பூண்டு), பெரிய பூண்டு (மலைப்பூண்டு) என இரு பிரிவாகக் கொள்ளலாம். முதல் வகையில் பற்கள் எண்ணிக்கையில் மிகுந்தும் சிறியனவாகவும் இருக்கும். இதன் வயது 3 - 4 மாதங்கள். இரண்டாம் வகையில் பற்கள் அ.க.15-60

பெரியனவாகவும் எண்ணிக்கையில் குறைந்தும் காணப்படும். இப்பெரிய பூண்டு மலைப்பகுதிகளில் பெருமளவில் சாகுபடியாவது குறிப்பிடத்தக்கது. இது ஐந்து மாத வயதுடைய பயிர். இது தோட்டக்கால் நிலங்களில் கேழ்வரகுக்குப் பின்பு பயிரிடப்படுகிறது. நஞ்சை நிலங்களில் தெல், மஞ்சள், கரும்பு முதலியவற்றுடன் மாற்றுப் பயிராகவும் பயிரிடப்படுகிறது. வாழைத் தோட்டங்களில் ஊடு பயிராகவும் சாகுபடி செய்யலாம். ஹெக்டேருக்கு 25 - 50 டன் தொழு உரம் இட்டோ ஆடுகளை நிலத்தில் கிடை கட்டியோ கரிம உரங்கள் மண்ணில் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஹெக்டேருக்கு 60 கி.கி. தழைச்சத்து அடியுரமாகப் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. மேலுரமாகப் பூண்டுப் பற்களை விதைத்த 45 ஆம் நாள் 60 கி.கி. தழைச்சத்து இடப்படுகிறது.

வயல்களில் பாத்திகள் கட்டித் திரிகளை 15 செ.மீ. வரிசைகளில் 5 செ.மீ. இடைவெளியில் ஊன்ற வேண்டும். ஒரு ஹெக்டேர் நடவுக்கு 350 - 500 கி.கி. பூண்டுத் திரிகள் தேவைப்படுகின்றன. மூன்று அல்லது நான்கு முறைகளையெடுக்க வேண்டும். நான்கு அல்லது ஐந்து நாள்களுக்கு ஒருமுறை தீர் பாய்ச்ச வேண்டும். நடவு செய்த 50 - 60 நாள்களில் பூண்டுகள் உண்டாகத் தொடங்கும். 90 நாள்களுக்குப் பின் பூண்டுகளின் முதிர்ச்சி நிலையைக் கவனிக்க வேண்டும். பூண்டுகள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் போது மேற்பக்கத்தில் உருண்டிருக்கும். திரிகள் திரண்டவுடன் அவற்றின் உருவத்தை ஒட்டி தீளவாக்கில் புடைப்புப் பள்ளங்களும் தோன்றும். பூண்டு அறுவடைக்குத் தயாராக இருக்கும்போது செடியின் இலைகள் மஞ்சள் நிறத்திலிருந்து பழுப்பு நிறமாக மாறி இருக்கும். பூண்டுகளை அறுவடை செய்த பின் தூய்மை செய்து நான்கு அல்லது ஐந்து நாள்களுக்கு திழலில் உலர்த்திப் பாடம் செய்வர். அறுவடை செய்யப்பட்ட பூண்டுகளை நீண்ட வரப்பு போலக் குவியல்களாக நிலங்களில் அடுக்கி வைப்பர். பூண்டுகளும் வேர்களும் வெளிப்புறத்திலும் இலைகள் உட்புறத்திலும் இருக்குமாறு அடுக்குவதுண்டு. நான்கைந்து நாள்களுக்குப் பின் குவியல்களைப் பிரித்துத் தாள்களை நறுக்கிப் பூண்டுகளை தனித்தெடுத்து உலர்த்துவர். காற்றோட்டமுள்ள இடத்தில் பூண்டுகளை 30 செ.மீ. உயரமும் 45 - 60 செ.மீ. அகலமும் 4.5 மீ. தீளமும் உள்ள வரம்புக் குவியல்களாகக் குவிப்பர். குவியல்களை இரண்டு நாள்களுக்கு ஒருமுறை புரட்டி விடவர். இரண்டு வாரங்களில் பூண்டுகளிலுள்ள தீர் வேண்டிய அளவிற்குக் குறைந்துவிடும்.

நோய்களும் பூச்சிகளும். பூண்டில் தோன்றும் நோய்களுள் இலைக்கருகல் குறிப்பிடத்தக்கது. இதற்கு ஆல்டெர்னேரியா பெரி (alternaria porri) என்னும் பூசணம் காரணமாகும். இதனால் முதலில் இலைகளில் சிறிய வெள்ளை நிற அழுத்திய புள்ளிகள் உண்டாகும். இதன் மையப்பகுதி கருநீல நிறமாயிருக்கும். நாளடைவில் பாதிக்கப்பட்ட பகுதி பெருத்தும் தலித்தும் காணப்படும். இதனால் அப்பகுதியில் இலை மடித்து தொங்கும்; மஞ்சளித்தண்டு பாதிப்படையும். நோயுற்ற பயிரிலிருந்து எடுத்துச் சேமிக்கப்பட்ட குமிழ்கள் அழுகிவிடும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த 1% போர்டோக் கலவையைத் தெளிக்க வேண்டும். பூண்டில் காணப்படும் பூச்சிகளுள் வெங்காய இலைப்பேன் (thrips tabaci), குதிரை மசால் புழு (laphygma exigua), புகையிலைப்புழு (spodoptera litura) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. இலைப்பேன்களில் ஏடோதிரிப்ஸ் கொல்லாரிஸ் (aethothrips collaris), கேலியோதிரிப்ஸ் இண்டிகஸ் (caliothrips indicus) என்னும் பூச்சியும் அவ்வப்போது காணப்படுகிறது. இவற்றுள் வெங்காய இலைப்பேன் பேரிழப்பை உண்டாக்கும். இது சாற்றை உறிஞ்சி இலை நுனித்திசுக்களை வாட்ச் செய்யும்.

பூண்டு, உணவு மணக்கச் சேர்க்கப்படுகிறது. உலர்ந்திய பூண்டைக் கொண்டு பூண்டுப்பொடி தயாரிக்கப்படுகிறது. தென்னிந்திய மக்கள் தயாரிக்கும் பலவித உணவு வகைகள், பூண்டுக்குழம்பு ஆகியவற்றில் பூண்டின் சிறப்பு உணரப்படுகிறது. தக்காளி ரசத் தயாரிப்பில் பூண்டைக் கூட்டி மணம் சேர்ப்பதுண்டு. பூண்டு நெஞ்சச் சளியை இளக்கி வெளியேற்றும். உடலுக்கும் குடலுக்கும் வலிமையைத் தரும். வயிற்று உப்பு சத்தையும், இதயப் படபடப்பையும் குருதிக் கொதிப்பையும் குறைக்கும். கறுகறுப்பளிக்கும் இது நுண்ணுயிரிகளைக் கொல்லும். குடல் புண்ணையும் எலும்புருக்கி நோயைக் குணப்படுத்தும்.

பூண்டு, மிளகு இரண்டு ஆகியவற்றை நீர் விட்டு அரைத்து நெற்றியில் பற்றுப்போட தலைவலியும் சளியும் நீங்கும். பூண்டையும், மிளகையும் பசுவின் பால் போட்டு அரைத்து தொடர்ந்து 40 நாட்களுக்குத் தொண்டைக்குள் தடவிவர அறுவையின்றி உள்நாக்கு வளர்ச்சி குணமாகும். குருதி உற்பத்தி, குருதி அழுத்தம் ஆகியவற்றைப் போக்கப் பூண்டு பசும்பால், சர்க்கரை ஆகியவை தேவைப்படும். பாலில் உரித்த பூண்டைப் போட்டு நன்கு வேகவைத்து அதில் சர்க்கரை அல்லது பனங்கற்கண்டைப் போட்டு நன்கு

கலக்கிப் பூண்டைத் தின்று பாலைக் குடித்துவர குருதி செழிக்கும். பூண்டைப் பாலுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சிக் காலை, மாலை வேளைகளில் உணவுக்குப் பின் அருந்தி வரத் தாய்ப்பால் தன்கு சுரக்கும். வாயு, கபம், ஆஸ்த்துமா, மூக்கடைப்பு நோய் குறையும். குழந்தைகளுக்குக் கபம் வெளியேறச் சட்ட பூண்டைத் தாய்ப்பாலில் உரைத்துக் கொடுக்க வேண்டும். எளிய மகப்பேற்றிற்கு ஆமணக் கெண்ணெய் பூண்டு, மஞ்சள் தூள் ஆகியவை தேவைப்படும். கால் உளைச்சல், பித்தம் செரிமானமின்மை ஆகியவற்றையும் பூண்டு நீக்கும். பூண்டில் நிலைத்த எண்ணெய், ஆவியாகும் எண்ணெய், செல்லுலோஸ், புரதம் கனிமங்கள் ஆகியவை உள்ளன.

வெள்ளைப்பூண்டு, கருஞ்சீரகம் ஆகியவற்றை நன்கு இடித்துத் தேனில் குழப்பி மாலை வேளையில் உண்ண, அண்டவாதம் குணமாகும். காது இரைச்சல் நீங்குவதற்கு வெள்ளைப் பூண்டை முசுமுசுக்கை இலையுடன் சேர்த்து தைத்துத் துணியில் முடித்து காதில் அடைத்துக் கொள்ள வேண்டும். வாயு காரணமாக உண்டாகும் இடுப்பு வலி நீங்க வெள்ளைப்பூண்டு, மிளகு சிறிதளவு கடுகைச் சேர்த்து நன்கு அரைத்துக் காலை வேளைகளில் உண்ண வேண்டும். வெள்ளைப் பூண்டையும் மிளகையும் அரைத்து வலி உள்ள இடத்தில் தடவினால் வலி நீங்கும். பூண்டு காயங்களில் சீழ்ப்பிடிப்பதைத் தடுக்கும். பூண்டுச்சாற்றையும் இஞ்சிச் சாற்றையும் கலந்து அருந்திவர நெஞ்சுவலி குறையும். சீதக்கடுப்பு நீங்கப் பூண்டை வெள்ளாட்டுப் பாலில் இட்டுக் காய்ச்சிக் குடித்து வெந்த பூண்டைத் திண்ண வேண்டும். நாள்தோறும் ஒரு வெள்ளைப் பூண்டை உரித்து அரைத்துப் பருக் கூட்டிகளின் மீது பற்றுப்போட அவை உடைந்து குணமாகும். பூண்டை வேகவைத்து நெய், சர்க்கரை கூட்டிப் பிசைத்து உண்ணச் சீதக்கழிச்சல் போகும். மகவு ஈன்ற பெண்களுக்குப் பூண்டுத் தைலம் உதவும். உடல் பருத்தவர்கள் நாள்தோறும் உணவில் 4 அல்லது 5 பூண்டுகளைச் சேர்த்துவர கொழுப்புச்சத்து கூடாமல் இருக்கும். பூண்டை உரித்து, சிறுசிறு துண்டுகளாக வெட்டித் தேனில் ஊறவைத்து உண்டுவர தொண்டை வறட்சி, இருமல் போகும். உணவுடன் நாள்தோறும் பூண்டை சேர்த்து உண்ண கீல் பிடிப்பு நோய் அண்டாது. பூண்டுச் சாற்றையும் நவச்சாரத்தையும் சம அளவில் கலந்து தடவச் சொறி நோய்கள் விலகும்.

கோ. அர்ச்சுனன்



## பூண்டுத் தாவரங்கள்

உயர் தாவரங்களின் உயரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவற்றைப் பூண்டு (herb), புதர்ச்செடி (shrub), மரம் என்று பிரிக்கலாம். பூண்டுத் தாவரங்கள் 2 மீ. அல்லது அதற்குக் குறைவாக வளரக் கூடியவை. தாவரங்கள் பசுங்கணிகம் (chlorophyll) உள்ளமையால், ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் உணவுப் பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. பசுந்தாவரங்கள் கார்பன் டை ஆக்சைடை உட்கொண்டு ஆக்சிஜனை வெளிவிடுவதன் மூலம் காற்று மண்டலத்திலுள்ள மாசினை அகற்றித் தூய்மைப்படுத்துகின்றன. கடலோர மண் அரிப்பைத் தடுப்பதற்காகவும் பூண்டுத் தாவரங்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. மலைச்சாரல்களில் புற்களைச் சரிவின் ஓரங்களில் கூட்டமாக வளர்ப்பதன் மூலம் நீரின் மூலம் ஏற்படும் மண் அரிப்புத் தடுக்கப்படுகின்றன. பசுந்தாவரங்களே மற்ற உயிரினங்களுக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றன.

பூண்டுத் தாவரங்கள் இளம் தண்டுகளை உடையவை. இவை ஒரு பருவ, இரு பருவ, பல பருவக் காலத் தாவரங்களாக இருக்கலாம். ஒரு பருவ காலத் தாவரங்கள் எ-டு: அவரை, நெல், சூரியகாந்தி அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியை ஒரு பருவக் காலத்தில் முடித்துவிடும். இரு பருவத் தாவரங்கள் (எ-டு: காரட்) உணவுப் பொருள்களை முதல் பருவக் காலத்தில் சேமித்து, அதன் தொடர்ச்சியாக மறு பருவக் காலத்தில் அவ்வுணவுப் பொருள்களைப் பூக்களாகவும், கனிகளாகவும் மாறி, அப்பருவ முடிவில் அழிந்துவிடுகின்றன. வில்லியேசிக் குடும்பத்தில் 250 இனங்களும், 3700 சிற்றினங்களும் பூண்டுத் தாவரங்களாக உள்ளன. இவை குளிர் வெப்ப மற்றும் மித வெப்ப மண்டல் நாடுகளில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இக்குடும்பத் தாவரங்கள் வீட்டில் வளர்க்கும் அழகு செடிகளாக விளங்குகின்றன. எ-டு: ப்ளபெல், டிராலிவா, டிபூலிப் முதலியன.

எபியேசிக் குடும்பத்தில் உள்ள பூண்டுத் தாவரங்கள், நறுமணத்தைலம், நறுமண எண்ணெய்த் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன.

பிம்பனல்லா அனிசம் (Pimpinella anisum). விதைகள் ரொட்டி, கேக், காஃபி ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க ஜெர்மானியர்களால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மருந்துத் தாவரங்கள். டிஜிடாலிஸ் லனேடா (digitalis lanata), டிஜிடாலிஸ் பர்பியூரியா (digitalis purpurea), கன்வலோரியா மாஜ்லிஸ் (convallaria majalis), அ.க.15-60அ

பெபவர் சாமனியரம் (papaver somniferum) போன்ற தாவரங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் எண்ணிலடங்கா மருந்துகள் தற்போது நவீன மருத்துவத்தில் பயன்படுகின்றன.

நறுமண எண்ணெய். தாவரச் செல்லிலுள்ள நீர்ம நிலையிலிருக்கும் பொருளே இதன் அடிப்படைத் தொகுப்புப் பொருள். டர்பீன்ஸ் (terpenes) நறுமண எண்ணெய் கொண்ட தாவரங்கள் லேபியேட்டே ரூட்டேச் குடும்பங்களில் காணப்படுகின்றன. தைமஸ் வல்கோரிஸ் (thymus vulgaris) உண்டாக்கும் நறுமண எண்ணெயான தைமால், நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது.

இயற்கை, காற்று தூய்மைப்படுத்துதல். காடுகள் பூண்டுத் தாவரங்களால் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டு இயற்கைச் சுழற்சி முறையில் காற்றின் மாசைக் குறைக்க உதவுகின்றன. சான்றாகப் புவியின் கதிரியக்கத்தையும், கார்பன் டை ஆக்சைடைப் பயன்படுத்தும் திறனையும் தாவரங்கள் பெற்றுள்ளன. தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை என்னும் வேதிப் செய்கையால் காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடைப் பயன்படுத்துவதாலும் ஆக்சிஜனை வளிமண்டலத்தில் உமிழ்வதாலும் காற்றிலுள்ள மாசை நீக்குகின்றன.

மண் அரிப்பைத் தடுத்தல். கன மழை பெய்வதாலும், மலைச் சரிவுகளில் நீரினால் அடித்துச் செல்லாமல் இருப்பதற்கும் புற்களும், பூண்டுத் தாவரங்களும் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஸ்பைனிபக்ஸ் லிட்டோரஸ் (spinifex littorus) என்னும் புல், மணல் அரிப்பைத் தடுப்பதற்காகக் கடலோரங்களிலும், மலைச் சாரல்களிலும் வளர்க்கப்படுகிறது. பூண்டுத் தாவரங்களின் வேர்கள் மண்ணுடன் இணைந்து தொகுப்பாகக் காணப்படுவதால், மண் அரிப்புத் தடுக்கப்படுகிறது.

பசுந்தாள் உரங்கள். வேளாண் துறையில் அண்மைக் கால ஆராய்ச்சி மூலம் தென்னந் தோப்புகளில் தென்னை மரங்களைச் சுற்றிப் பசுந்தாள் உரச் செடிகளை வளர்ப்பதால், தென்னை மரங்களுக்கு கூடுதல் ஊட்டச்சத்து கிடைப்பதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். டெஸ்மோடியம் என்னும் அவரைக் குடும்பத் தாவரத்தை வளர்ப்பதால், ஒவ்வொரு தென்னை மரத்திற்கும் ஆண்டுக்கு 350 கிராம் நைட்ரஜன் மண் மூலம் கிடைக்கிறது. இதனால் தென்னையில் விளைச்சல் கூடுகிறது. அவுரி (indigofera), கொழுஞ்சி (tephrosia purpurea) மற்றும் பல பயிறு வகைத் தாவரங்கள் உணவுத்தாவரம் பயிரிடும் நிலங்களில் பசுந்தாள் உரங்களாகப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. கள்ளி வகை, செயற்கைப் பசுந்தாள் உரத் தயாரிப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

முள்ளங்கி, முட்டைக்கோஸ் முதலிய இனங்களைக் கொண்ட குருசிஃபெரே குடும்பத்தில் பெருவாரியான பூண்டுத் தாவரங்கள் உள்ளன. இவை காய்கறியாகப் பயன்படுகின்றன. கேப்பரிடேசிக் குடும்பத்தில் காணப்படும் ஸ்பெருகுல்லா ஆர்வன்சிஸ் (*spargulla arvensis*) ஐரோப்பிய நாடுகளில் மண் அரிப்பைத் தடுப்பதற்கும், கால்நடைத் தீவனமாகவும் பயன்படுத்தப்படும். மால்வேசிக் குடும்பத்தில் அபுடிலான், சைடா, பவேனியா போன்ற பூண்டுத் தாவரங்கள், நாரிழைத் தயாரிப்பிலும், குளிர்ச்சிக்காகவும் மருத்துவத் துறையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

புதி. வசுமதி

## பூதைட்

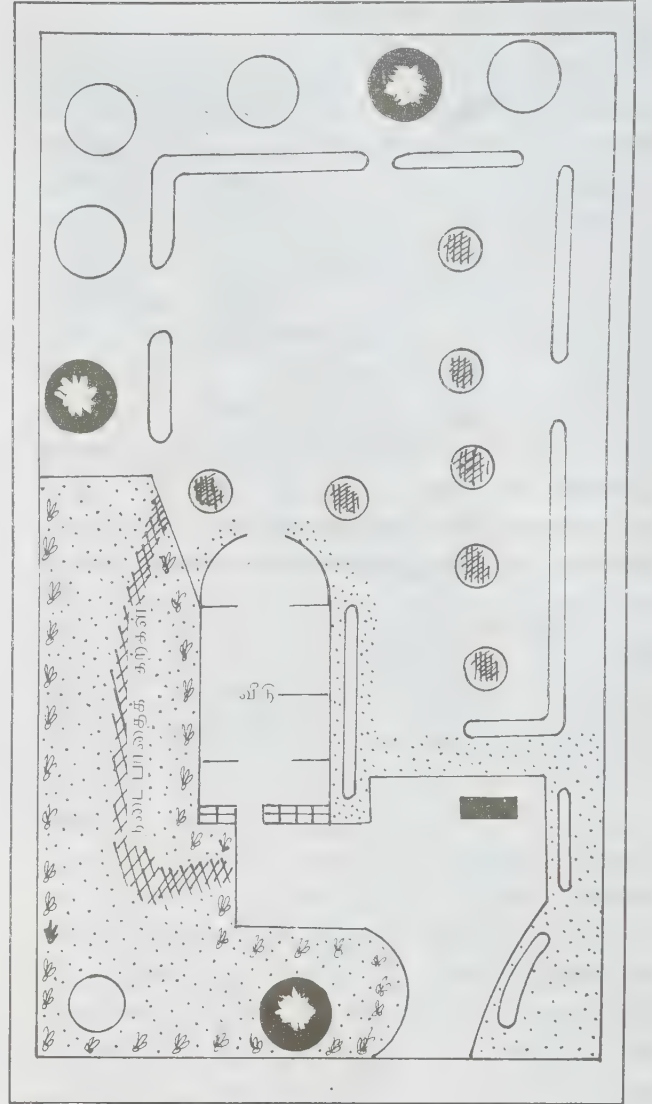
இது  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  எனும் வேதியியைபைக் கொண்ட கனிமமாகும். பூதைட் (Boothite) பொதுவாகத் திண்ணியதாகக் (massive) காணப்படும். இதன் கடினத் தன்மை 2 - 2.5 ஆகும். ஒப்படர்த்தி 1.94. இது நீல நிறத்தில் கால்கந்தைட்டினை விட வெளிறிய நிறத்தில் காணப்படும். இது கலிஃபோர்னியா, பிரான்ஸ் நாட்டிலுள்ள பைரைட் (pyrite) சுரங்கங்களிலிருந்து இரண்டாம் தரக் கனிமமாகப் பெறப்படுகிறது.

க. சித்திரா தேவி

## பூந்தோட்டம்

மலர் தரும் தோட்டத் தாவரங்களுக்குப் பயன்தரு கொடிகள், குட்டையான குறுஞ்செடிகள், அழகிய மரங்கள், தோட்டப் பாதை, புல்தரை, பாதைகளைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட தோட்டம் புதர், வேலி, முட்செடிகளாலான வேலியடை, தோட்ட அமைப்புத் திட்டம் என்பன அடிப்படையாகும்.

பயன் தரும் கொடிகள். இக்கொடிகள் வேலியாகவும் திழல் தரும் பந்தலாகவும் அமைக்கப் பெரிதும் பயன்படும். இவை படரும் இடங்களில் இவற்றின் அழகிய இலையும் பூவும் கண்கவரும் வகையில் இருக்கும். ஒரு சில கொடிகள் குளிர் பகுதிகளிலும் ஏனையவை வெப்பப் பகுதிகளிலும் வளர்கின்றன. எவ்விதப் பருவ நிலையிலும் சில கொடிகள் வளருபவையாய் உள்ளன. காகிதப்பூ அல்லது கடுதாசு மல்லி (*bougainvillea*), சதாவலி (*asparagus*)



பூச்செடிபாத்தி

பழமரங்கள்

தென்னைமரங்கள்

குத்துச்செடிகள்

புல்வெளி

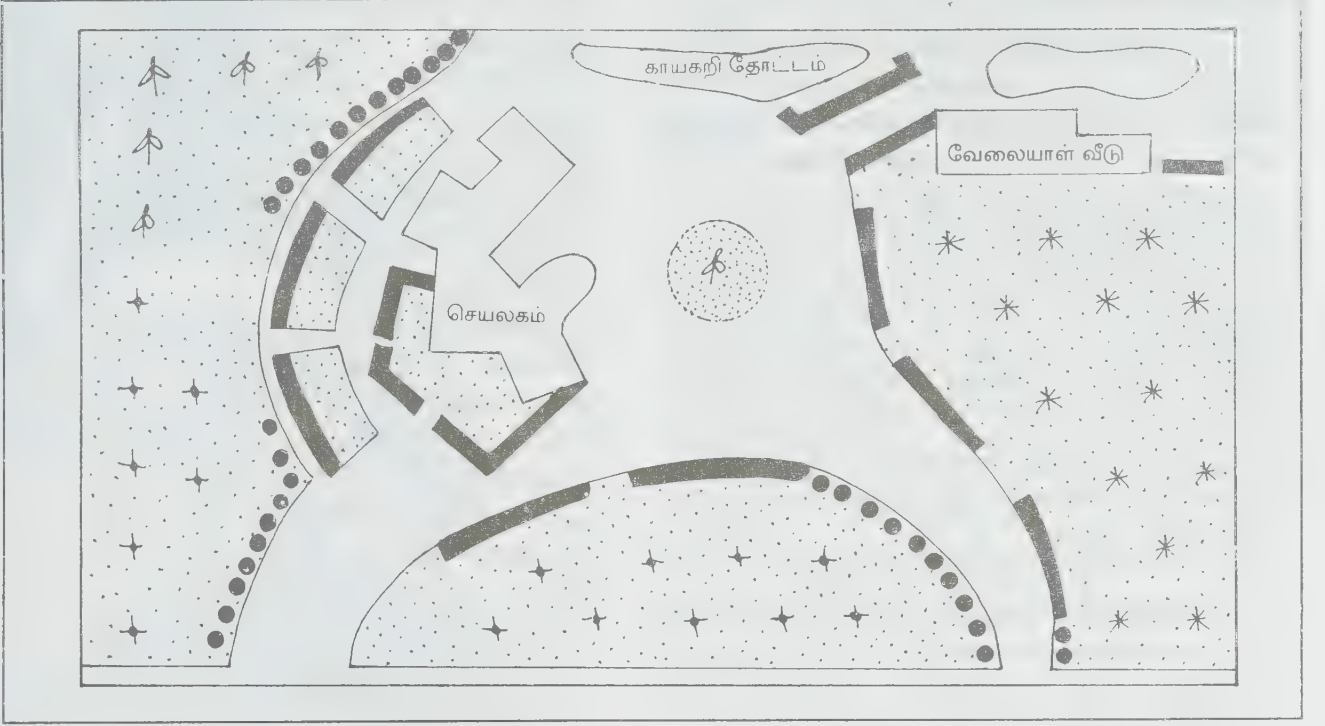
பூமரங்கள்

படம் 1. பூந்தோட்டம்

போன்றவை இத்தன்மை உடையவை. மஞ்சள் அரளி (*allamanda*), பவழப்பூக்கொடி (*antigonon*), ஆடு தின்னாப்பாளை (*aristolochia*), கிளமாடிஸ் (*clematis*), மல்லி, முல்லை, ரோஜா போன்றவை பந்தல்களிலும் வேலியிலும் வளரக் கூடியவை. அத்தி (*figus repens*) வகையைச் சேர்ந்த கொடிகள் சுவரில் பற்றி வளரக்கூடியவை.

குட்டையான குறுஞ்செடிகள். இவை பெரிய தோட்டங்களில் ஆங்காங்கே உருவாகி ஒழுங்காகக் கத்தரிக்கப்பட்டால் காண்பதற்கு மிக அழகாக விளங்கும்.





■ பூச்செடி பாத்தி, \* பெரிய புதர்செடிகள் வடிவமைத்தது, + பூ மரங்கள், ✱ பழ மரங்கள், ☼ புல்வெளி ● குத்துச்செடிகள்

## படம் .2 பூந்தோட்டம்

இவற்றைச் சுற்றி ஒரு பருவத்தில் பூத்துக் குலுங்கும் செடிகளை வளர்த்தால் எழில் கூடும். செம்பருத்தி (hibiscus), ஹெமீலியா (hamelia), கார்டனியா (gardenia), டுராண்டா (duranta), காஃபி (coffee), இருவாட்சி (gxora), மல்லிகை (jasmine), லாண்டனா (lantana), மருதாணி (lawsonia), மாதுளை (punica), நந்தியாவட்டை (tabernamontana), தங்கரளி (tecoma) போன்றவை குத்துச் செடிகளாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

அழகிய மரங்கள். பாபூப் மரம் (adamsonia digitata), அடி பருத்து, வழுவுழுப்பான பட்டையும் படரும் கிளையும் கொண்டு அழகாக இருக்கும். புல்வெளிகளில் இங்கும் அங்குமாக இவ்வகை மரங்கள் தோற்றமளிக்கும். கடம்பை மரம் (anthocephalus indicus) உயரமான கிளைகளும் நறுமணப் பூக்களும் கொண்டது. தோட்டங்களில் இந்த மரங்களைப் பாதையோரங்களில் அமைக்கலாம். குளிர் பகுதிகளில் உயரமாகவும் கரும் பச்சை திறமாகவும் விளங்கும். அருக்கேரியா மரம் (araucaria), மந்தாரை (bauhinia purpurea) போன்றவை எழில்மிகு மலர்களைக் கொடுக்கும். புரக (butea monosperma)

அழகிய சிவப்புப் பூக்களை மிகுதியாக கொடுப்பதால் பூக்கும் காலத்தில் அந்த இடம் முழுவதும் நெருப்பு எரிவது போல் சிவப்பாகத் தெரியும். காசிய பிஸ்டுலா (cassia pistula) அழகான சரம் சரமான மஞ்சள் பூக்களைக் கொடுக்கிறது. நாகலிங்க மரத்தின் காயும் பூவும் காணும்போது மகிழ்வூட்டுபவையாக விளங்குகின்றன.

கல்யாண முருங்கை கருஞ்சிவப்பு பூக்களைக் கொடுக்கிறது. செண்பக மரம் (michelia and mangolia) அழகிய நறுமணப் பூக்களைக் கொடுக்கிறது. வாகை மரம் நிழல் கொடுப்பதற்குத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. அசோகம் (soraca indica) கோவில்களிலும் புனித இடங்களிலும் வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் பூக்களை வழிபாட்டிற்குப் பயன்படுத்துவர். தோட்டங்களில் விசிறி வாழை (ravcuala) போன்றவை எழில் தருவதற்கு உண்டாக்கப்படுகின்றன. பனைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மரங்கள் பெரிய தோட்டங்களில் பாதையின் இருமருங்கிலும் கண் கவருமாறு வளர்க்கப்படுகின்றன.

தோட்டப்பாதை. பெரிய தோட்டங்களில் பாதையும் பாதையின் இருமருங்கும் அழகாக அமைய வேண்டும்.

பாதையின் இருமருங்கிலும் அழகுக்காகப் பனைக் குடும்ப மரங்கள் வளர்க்கப்படும். மேலும் பாதையை அடுத்துப் பூச்செடிகள் வளரப் பாத்தி அமைப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது. இப்பாத்திகளில் ஓராண்டு அல்லது ஒரு பருவம் பூக்கும் தாவரங்களை வளர்த்தால் அவை வண்ண வண்ணப் பூக்களுடன் பூத்துக் குலுங்குவது காண அழகாய் இருக்கும். இடையிடையே மரத்தாலோ கல்லாலோ ஆன குட்டைத் தூண்கள் அமைத்து அவற்றின் மேல் அழகான பூந்தொட்டிகள் வைத்தால் சிறப்பாக இருக்கும். பாத்திகளில் நீர் தேங்காமல் வடிகால் அமைப்பது இன்றியமையாதது. பாத்திகளை நல்ல உரம் சேர்ந்த மண் கொண்டு ஒவ்வோர் ஆண்டும் மாற்ற வேண்டும். இவ்வகையில் செடிகள் நன்கு வளரும். இடத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் பாத்திகளை மாற்றியமைக்க வேண்டும். இதில் ஜினியா (zinnia), காஸ்மோஸ் (cosmos), வெர்பினா (verbena), சால்வியா (salvia), காசித் தும்பை (balsam) போன்றவற்றை வளர்க்கலாம். பாத்திகளின் ஓரங்களைச் செங்கற்கள் கொண்டு வடிவமைத்தால் சிறப்பாக இருக்கும்.

**புல்தரை.** தோட்டங்களில் நடைபாதை தவிர ஏனைய இடங்களில் ஒரே சீராகப் புல்வெளி அமைத்தால் நன்றாக இருக்கும். மரங்களும் பாத்திகளும் பாதைகளும் தவிர ஏனைய இடங்கள் புல் வளர்க்க ஏற்றவை. ஒரே சீராக வெட்டி வளர்க்கப்பட்ட புல்வெளி கண்கவரும் வகையில் இருக்கும். இடையிடையே புல்வெளிகளில் நீர் தெளிக்கக் குழாய்கள் அமைந்திருப்பது இன்றியமையாதது. புல்வெளிகளைத் தேவையற்ற ஏனைய செடிகளிலிருந்தும் கரையான் போன்றவற்றிடமிருந்தும் காத்தல் இன்றியமையாதவை.

**பாறைகளும் நீர் நிலைகளும்.** பெரிய தோட்டங்களில் ஒரு சில இடங்களில் பாறைகளும் அந்தப் பாறைகளுக்கு இடையே நீர்த் தேங்கும் குளம் குட்டைகளும் அமைக்கப் படும். இவற்றில் தாமரை, அல்லி போன்றவற்றையும் நீர்வாழ் தாவரங்களையும் வளர்க்கலாம். இவற்றை அடுத்துள்ள பாறைகளில் பாலைவனத் தாவரங்களை உருவாக்கலாம். நீரை அடுத்துள்ள இடங்களில் காலேடியம் (caladium), பெகோனியா (begonia), கற்பூரவல்லி (coleus), செலாஜினெல்லா (selaginella) போன்ற செடிகளை வளர்க்கலாம்.

**முட்செடிப் புதர் வேலி அமைத்தல்.** வேலிகள் பெரிய தோட்டங்களில் புதர்ச் செடிகளாலேயே அமைக்கப் படுகின்றன. இவ்வகைச் செடிகள் குறிப்பிட்ட உயரம் வரை வளர்ந்த பின் வெட்டிச் சீர் செய்வதால் அவற்றின் கிளைகள்

ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னி வேலி போல் அமையும். இவ்வகையான வேலிகளுக்கு மருதாணி, சவநாறி (clerodendrom), டுராண்டா (duranta), லாண்டனா (lantana), கொடுக்காபுளி (rithecolobium), சவுக்கு (causuarina) போன்றவை நன்கு பயன்படுகின்றன. இவற்றுள் ஏதேனும் ஒரு வகையை நெருக்கமாய் வேலியில் வளர்த்துத் தேவைக்கேற்ப வடிவமைத்தால் மிக அழகாக அமையும்.

**தோட்ட அமைப்புத் திட்டம்.** தோட்ட அமைப்பு இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடலாம். வீட்டைச் சுற்றி அமையும் தோட்டங்களில் சிறிய இடங்களில் கூடுதலான மரங்கள் வளர முடியாது. இவ்விடங்களில் சிறிய புல்தரையும் ஒரிரு மரங்களும் ஏனைய இடங்களில் பூஞ்செடிகளும் பாத்திகளும் அமைக்கவே வாய்ப்புண்டு. இடத்தையும் தேவையையும் பொறுத்து இவற்றை மாற்றி அமைக்க வேண்டி வரும். ஒரு சில இடங்களில் பயன் தரும் கனி மரங்களை உண்டாக்கலாம். பெரிய தோட்டங்கள் பொது இடங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. இவை மலைப் பகுதிகளிலும் மலைச் சரிவிலும் சமவெளியின் பரந்த இடங்களிலும் அமைக்கப்படுகின்றன. தோட்டங்களில் நீச்சல் குளத்திற்கும் இடம் அமைப்பது இன்றியமையாதது.

**பூநீர் வசுமதி**

## பூநாரை

இது பறவைகள் வகையில் லிகோனிஃபார்மெஸ் வரிசையில், ஃபோனிக்கோப்டெரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் விலங்கியல் பெயர் ஃபோனிக் கோப்டெரஸ் ரொஸியஸ் (phoenicopterces roseus) ஆகும்.

தமிழ்நாட்டில் கோடிக்கரையில் பூநாரை கூட்டங் கூட்டமாகக் காணப்படும். இது இந்தியாவிலுள்ள பறக்கும் பறவைகளின் இரண்டாம் மிகப்பெரிய பறவையாகும்.

ஏறத்தாழ 140 செ.மீ. உயரமுள்ள பூநாரையின் கால்கள் நீண்டு மெலிந்த இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலுள்ளன. விரல்கள் படலத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் கழுத்து நீண்டு எளிதில் சுழலக்கூடியதாக இருக்கிறது. புடைத்த தலையிலிருந்து பெரிய ரோஜா நிற அலகு வளைந்து காணப்படுகிறது. தலை மிக உறுதியானது. இதன் தாடைகள் சமமாக்கப் பிரிக்கப்படாமல் மேல்தாடை கீழ்த்தாடையின் மூன்றில் ஒரு பங்குள்ளது. மேந்தாடை





பூநாரை

சற்று வளைந்துள்ளது. இதன் இரு விளிம்புகளிலும் கூர்மையான சிறு பற்கள் போன்ற அமைப்புகள் உள்ளன. அலகு மூடும்போது இவ்வமைப்புகள் கீழ்த்தாடையிலுள்ள சிறு சிறு குழிகளில் பதிந்து விடுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பால் இது வாத்தைப் போன்று உணவை வடிகட்டி உட்கொள்கிறது. ஆண்பறவை பெண்பறவையை விட அளவில் பெரியது. ஆண் பறவையின் இறகுகள் ரோஜா நிறத்தில் கரிய விளிம்புடனும், பெண் பறவையின் இறகுகள் வெண்ணிறத்தில் கரிய கோடுகளுடனும் உள்ளன. கடற்கரைச் சுழிகளிலும் ஆழமற்ற நீர் நிலைகளிலும் இந்நெடிய நாரை திற்கும்போது நீண்ட கழுத்தை வளைத்து நீரில் தரையை விட்டுத் துழாவிக்கொண்டே இருக்கும்.

ஆகையால் இந்நாரைக்கு மூன்று கால்கள் இருப்பது போல் தோன்றும். தூங்கும்போது எவ்வித அசைவுமின்றி ஒற்றைக் காலில் திறமையாக நின்று கொண்டு மற்றொரு காலை மடக்கிச் சிறகுக்குள்ளும் கழுத்தை வளைத்துத் தலையை இறகுக்குள்ளும் வைத்துக் கொள்கிறது. பூநாரை வாத்தைப் போல நீந்திச் செல்லக்கூடியது.

இப்பறவையின் உணவுச் சேகரிப்பு முறை வியப்பானது. சேறு நிறைந்த ஆழமற்ற நீரில் நடந்து கொண்டே நீரில் அலகைத் தலைகீழாக வைத்து துழாவும். அப்போது மேலழகு கீழாக இருக்கும். அலகின் வழியாக நீர் செல்லும்போது நீர்ப்பூச்சி, மெல்லுடலி, இறால் போன்றவை நீருடன் சேர்ந்து வாரியெடுக்கப்படுகின்றன. பின்னர் அலகை மூடுவதால் நீர் வெளியேறி, இரை வடிகட்டப்பட்டு வாயில் தங்கி விடுகிறது. பெரிய தவளை, மீன், நத்தை ஆகியவற்றை இரை கொள்வதில்லை. இப்பறவைக் கூட்டமாக உணவைத் தேடும்போது பல்வகை ஒலிகளை உண்டாக்குகிறது.

பூநாரை பறப்பது மிக அழகான காட்சியாகும். கூட்டமாக இருக்கும்போது ஏதாவது இடையூறு நேர்ந்தால் ஒரு பறவை எச்சரிக்கைக் குரல் கொடுக்கிறது. ஏனைய பறவைகள் கழுத்தை உயர்த்தி ஒலியெழுப்பியபடி விரைவாக நடக்கின்றன. பின்னர் சிறகுகளை வேகமாக அடித்துப் பறந்து செல்லும். பறக்கும்போது நீண்ட கழுத்து முன்னோக்கியும் நீண்ட சிவந்த கால்கள் பின்னோக்கியும் நீட்டிக் கொண்டுள்ளன. சம இடைவெளிகள் விட்டு நீண்ட கோடு வடிவத்தில் அல்லது 'V' வடிவத்தில் பறந்து செல்லுகின்றன.

பூநாரை நம்நாட்டில் கட்சில் உள்ள பரந்த பெரும்ரான் (The great rann of kutch) என்னுமிடத்தில் அக்டோபர் - மார்ச்சில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இக்காலத்தில் ஐந்திலிருந்து பத்து லட்சம் பறவைகள் காணப்படும்.

பூநாரை குளிர்கால வலசைப் பறவைகளாகும். கோடிக்களையில் நவம்பர் - ஏப்ரலில் 26,000 - 30,000 பறவைகள் காணப்படுகின்றன. இக்கரையோரத்தில் இப்பறவைகள் சேறும் சகதியுமுள்ள பகுதிகளிலும் கடல் நீர்த் தேக்கப் பகுதிகளிலும் இரைதேடித் திரிகின்றன. இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான பறவைகள் ஒன்று சேர்ந்து பெரும் பரப்பில் கூடு கட்டுகின்றன. கூடு அலகினால் வெளியில் தோண்டப்படும் மண்ணால் வட்டமாக 60 செ.மீ. உயரத்தில் அமைகிறது. இதன் உச்சியில் ஒரு குழிவு இருக்கிறது. ஈர மண்ணால் கட்டப்பட்ட இக்கூடு சூரிய வெப்பத்தால் உலர்கிறது. இக்குழியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு முட்டைகளை பெண்

பறவை இடுகிறது. ஆண் பறவையும் பெண் பறவையும் மாறி மாறி முட்டைகளை அடைக்காக்கின்றன. அடைக்காக்கும் போது கால்களை மடக்கி முட்டைமீது உட்கார்கின்றன. ஒருமாதக் காலம் அடைக்காக்கும் இயல்புடையன.

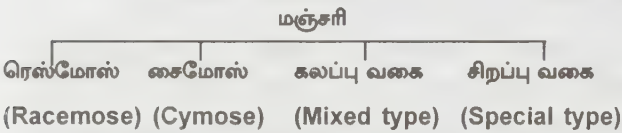
இப்பறவைக் குஞ்சுகள் முட்டைகளிலிருந்து வெளி வரும்போது மெல்லிய இறகும், இளம் ரோஜா வண்ண அலகும், இளஞ்சிவப்பு நிறக் கால்களும் பெற்றுள்ளன. கூட்டில் இருக்கும்போது இடையூறு செய்யப்படாமல் தட்டுத் தடுமாறிச் சறுக்கி விழுகின்றன. வீட்டுக் கோழியளவு இருக்கும்போது பெற்றோர்களைப் பின் தொடர்ந்து உணவிடத்துக்குச் செல்கின்றன. பல குஞ்சுகள் ஒன்றாகக் கலந்து விட்டாலும், தன்னைப் பின் தொடர்வது எந்தக் குஞ்சாயிருப்பினும் பெரும் பறவை வேறுபடுத்திப் புறக்கணிக்காது அவற்றுக்கும் உணவுத் தேடித் தந்து உதவுகிறது. பெரிய பறவைகள், தங்களால் -ஒரளவிற்குச் செரிக்கப்பட்ட உணவை உமிழ்ந்து குஞ்சுகளுக்குத் தருகின்றன.

ஜெயக்கொடி கௌதமன்

## பூ மஞ்சரி

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட பூக்கள் அமைந்த தொகுப்பிற்கு மஞ்சரி என்று பெயர். மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச (main axis) மஞ்சரிக்காம்பு (peduncle) எனப்படும். மஞ்சரியிலுள்ள ஒவ்வொரு பூவும் மஞ்சரிக்காம்புடன், பூக்காம்பு (pedicel) மூலம் இணைந்திருக்கும். காம்பற்ற (sessible) பூக்கள் நேரடியாக மஞ்சரிக்காம்புடன் இணைந்திருக்கும்.

### மஞ்சரி வகைபாடு



மஞ்சரியில் பூக்கள் முதிர்ச்சிடையும் தன்மையைப் பொறுத்து, மஞ்சரி இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை தொடர் வளர்ச்சியுடைய மஞ்சரி (racemose or indeterminate inflorescence), வரம்பு வளர்ச்சியுடைய மஞ்சரி (cymose or determinate inflorescence) என்பன.

ஒரே மஞ்சரியில் இவ்விரு பண்புகளும் இணைந்து காணப்பட்டால் அது கலப்பு வகை எனப்படும். மேலே விளக்கப்பட்ட எந்தவொரு மஞ்சரியிலும் சேர்க்க முடியாத பண்புகளையுடைய மஞ்சரி, சிறப்பு வகை எனப்படும்.

மையத்தில் தொடர் வளர்ச்சியுடைய மஞ்சரி.

இவ்வகை மஞ்சரியில் வரையற்ற வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. பூக்கள், அச்சின் மீது நேரடியாகவோ அதன் கிளைகளின் மீதோ அமைந்திருக்கும். பூக்கள், செதில் இலையின் கோணத்திலிருந்து உண்டாகின்றன. முதிர்ந்த பூக்கள் மஞ்சரியின் அடிப்பகுதியிலும் இளம் பூக்கள் நுனிப்பகுதியிலும் அமைந்திருக்கும். இத்தகைய அமைப்பிற்கு நுனி நோக்கிய வரிசை (acropetal succession) என்று பெயர். சில மஞ்சரிகளில் முதன்மை அச்ச மிகவும் குட்டையாக இருக்கும். அப்போது பூக்கள் அதன் மீது கொத்தாக அமைந்திருக்கும். அம்மலர்க் கொத்தில் முதிர்ந்த பூக்கள், கொத்தின் வெளிப்புறத்திலும் இளம் பூக்கள் நடுவிலும் இருக்கும்.

**ரெசிம் (Raceme).** இம்மஞ்சரியில் முதன்மை அச்சின் மீது பூக்கள் அடி முதல் நுனி நோக்கிய வரிசையில் அமைந்திருக்கும். மஞ்சரியிலுள்ள அனைத்துப் பூக்களுக்கும் காம்பு உண்டு. எ-டு: கடுகு, கிலுகிலுப்பை.

**கூட்டு ரெசிம் (Panicle).** மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச கிளைத்திருக்கும். அக்கிளைகளின் மீது பூக்கள் அமைந்திருக்கும். எ-டு: மாம்பூ.

**கோரிம்ப் (Corymb).** மஞ்சரியின் அச்சின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள முதிர்ந்த பூக்கள் நீளமான பூக்காம்புகளையும், அச்சின் நுனிக்குச் செல்லச் செல்ல, இளம் பூக்கள் குட்டையான பூக்காம்புகளையும் கொண்டிருக்கும். ஆகவே, அனைத்துப் பூக்களும் மஞ்சரியில், ஒரே மட்டத்தில் காணப்படுகின்றன. எ-க: மயில் கொன்றையின் மஞ்சரி, வேளைச் செடியின் மஞ்சரி.

**தூவி மஞ்சரி (Spike).** இவ்வகை மஞ்சரி, ரெசிம் மஞ்சரியைப் போன்ற அமைப்பிலுள்ளது. ஆனால் இதிலுள்ள பூக்கள் காம்பற்றவை. எ-டு: நாயுருவி.

**ஸ்பேடிக்ஸ் (Spadix).** இது தூவி மஞ்சரியை ஒத்தது. மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச தடித்துச் சதைப்பற்றுள்ள தாயிருக்கும். இதன் மேல் காம்பற்ற பூக்கள் அமைந்துள்ளன. இவை மடல் (spathe) என்னும் பூவடிச் செதிலால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

**குட்டை மஞ்சரி (Umbel).** இம்மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச குட்டையானது. இதன் நுனியில் பூவடிச் செதில்கள் வட்டமாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு பூவடிச் செதிலின் கோணத்திலிருந்தும் காம்புள்ள பூ ஒன்று உண்டாகும். மஞ்சரியிலுள்ள அனைத்துப் பூக்களும் ஒரே



அளவுள்ள நீளமுள்ள காம்புகளை உடையவை. ஆகவே ஒரே மட்டத்தில் பூக்கள் அமைந்திருக்கும். எ-டு: வெங்காய மஞ்சரி.

சிரமஞ்சரி (Capitulum) அல்லது ஹெட் (Head). மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச தட்டையாக உள்ளது. இதற்குப் பூத்தளம் என்று (receptacle) பெயர். பூத்தளத்தின் மேல் காம்பற்ற பூக்கள் அமைந்திருக்கும்.

பூத்தளத்தின் கீழ்ப் பகுதியில் பூவடிச் செதில்கள் வட்டமாகக் காணப்படும். பூக்கள் சிறியவையாக உள்ளமையால் சிறுபூக்கள் (florets) எனப்படுகின்றன. எ-டு: குரியகாந்தியின் மஞ்சரி. இம்மஞ்சரியில் பூக்கள் பூத்தளத்தின் விளிம்பிலிருந்து மையத்தை நோக்கி முதிர்ச்சியடைகின்றன. கருவேலின் (Acacia), பூத்தளம் தட்டையான வடிவத்திராமல் உருண்டையாக மாறியுள்ளது.



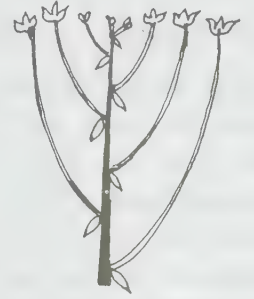
கதிர் வளர்நுனி  
மஞ்சரிக் காம்பில்லாத  
பூக்கள்



வளர்நுனி மஞ்சரி  
காம்புள்ள பூக்கள்



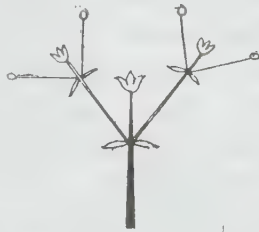
கலப்பு மஞ்சரி



சமதள மஞ்சரி  
வளர்நுனி மஞ்சரி



ஒருகைக் கிளைக்கும்  
இருகைக் கிளைக்கும் சைம்  
சைம் வளராநுனி மஞ்சரி



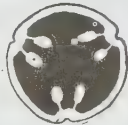
தனிக்தடை மஞ்சரி



பூக்காம்பிலை



சிரமஞ்சரி, பூத்தலை



சுவர் ஒட்டு முறை  
(குறுக்கு வெட்டு)



அச்ச ஒட்டு முறை



தனி - மைய  
ஒட்டு முறை



தனி மைய  
ஒட்டு முறை  
(நெடுக்கு வெட்டு)

இந்த உருண்டையான பூத்தளத்தின் மேல் பூக்கள் அமைந்துள்ளன. இந்த மஞ்சரிக்கு குளோபோஸ் ஹெட் (globose head) என்று பெயர்.

**கேட்கின் (Catkin).** இம் மஞ்சரி தூவி மஞ்சரியை ஒத்திருக்கும். ஆனால் ஒரு பால் பூக்கள் மட்டும் இம்மஞ்சரியில் காணப்படும். மஞ்சரி செடியின் தண்டிலிருந்து தொங்கிய வண்ணமிருக்கும். எ-டு: அகாலியா

### வரம்பு

## வளர்ச்சியுடைய மஞ்சரி, சைமோஸ் மஞ்சரி (Cymose inflorescence)

**ஒரு பூ சைம். (Solitary cyme).** இம்மஞ்சரியிலுள்ள ஒரு பூ, தண்டின் நுனியிலோ (எ-டு: பாப்பி), இலைக் கோணத்திலிருந்தோ (எ-டு: பூவரசு) உண்டாகும்.

**எளிய சைம் (Simple cyme).** இதில் மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச ஒரு பூவில் முடியும். இந்தப் பூவிற்கு இரண்டு பூக்காம்புச் செதில்கள் உள்ளன. இவற்றின் கோணங்களிலிருந்து இரண்டு பக்கவாட்டுப் பூக்கள் உண்டாகின்றன. மூன்று பூக்கள் உள்ள இந்த மஞ்சரியில் மையத்திலுள்ள பூ முதலிலும் பக்கவாட்டில் உள்ள பூ பின்னரும் மலரும். எ-டு: மல்லிகை.

**டைகேஸியல் சைம் (Dichasial cyme).** இதில் மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச ஒரு பூவில் முடிகிறது. இந்தப் பூவிற்கு இரண்டு பூக்காம்புச் செதில்கள் உள்ளது. இவற்றின் கோணங்களிலிருந்து இரண்டு பூக்கள் தோன்றுகின்றன. இந்தப் பூ ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு பூக்காம்புச் செதில்களும் தோன்றுகின்றன. இவற்றின் கோணங்களிலிருந்து மீண்டும் இரண்டு பூக்கள் தோன்றுகின்றன. (எ-டு: கிளிரோடெண்டரான், ரைட்டியா)

**மோனோகேசியல் சைம் (Monochasial cyme).** இவ்வகை மஞ்சரியில் முதன்மை அச்ச, இரண்டு இரண்டாம் முதன்மை அச்சகளுக்குப் பதிலாக ஒன்றை மட்டுமே உண்டாக்குகிறது. இவ்வகையில் இம்மஞ்சரி டைகேஸியல் சைமிலிருந்து மாறுபடுகிறது. இந்த அச்சிலிருந்து மூன்றாம் அச்ச ஒன்று மட்டுமே உண்டாகிறது. ஒவ்வொரு பூவிற்கும் இரண்டு பூக்காம்புச் செதில்கள் உண்டு. ஆனால் ஒன்றிலிருந்து மட்டுமே பூ உண்டாகிறது. மற்றொன்று வளர்ச்சி குன்றிவிடுகிறது. இந்த வளர்ச்சிக் குன்றல், அச்சின் ஒரு பக்கமாக மட்டும் இருந்தால் அந்த மஞ்சரி மோனோகேசியல் ஹெலிகாய்டு சைம் (monochasial helicoid cyme) எனப்படும். ஆனால் வளர்ச்சி குன்றல்

அச்சின் இருபுறங்களிலும் மாறி மாறி வந்து கொண்டிருந்தால் அம்மஞ்சரி மோனோகேசியல் ஸ்கார்பியாய்டு சைம் (monochasial scorpid cyme) எனப்படும்.

## சிறப்பு வகை மஞ்சரி

### (Special type of inflorescence)

**சயாத்தியம் (Cyathium).** இம்மஞ்சரியின் பூவடிச் செதில்கள் இணைந்து ஒரு கோப்பையைப் போன்ற வடிவத்தை உண்டாக்கும். அதன் மீது தேன் சுரப்பிகள் (nectaries) காணப்படும். அளவில் குன்றிய பூக்கள் குவிந்த பூத்தளத்தின் மீது அமைந்திருக்கும். இதைச் சுற்றிலும் பல குன்றிய ஆண் பூக்கள் ஸ்கார்பியாய்டு சைம் முறையில் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு ஆண் பூவும் செதில் இலை போன்ற பூவடிச் செதிலின் கோணத்திலிருந்து உண்டாகும். (எ-டு: யுஃபோர்பியா ஹெட்டிரோஃபில்லா).

**ஹைபந்தோடியம் (Hypanthodium).** மஞ்சரியின் முதன்மை அச்ச பருத்து குடுவையைப் போன்ற அமைப்புடைய பூத்தளமாக (receptacle) மாறியிருக்கும். பூத்தளத்தின் உட்புறத்தில் குழி போன்ற அமைப்பு உள்ளது. இந்த அமைப்பின் உள் சுவரில் கம்பற்ற பூக்கள் மிகுந்துள்ளன. எ-டு: அத்தி.

**வெர்ட்டிஸிலேஸ்டர் (Verticillaster).** இது இரண்டு மஞ்சரிகள் சேர்ந்த கூட்டு மஞ்சரியாகும். செடியின் தண்டின் இருபுறத்திலும் நேரெதிராக அமைந்துள்ள இலைக் கோணத்திலிருந்து, இரண்டு சைமோஸ் மஞ்சரி தோன்றுகின்றன. தொடக்கத்தில் இந்த மஞ்சரி டைகேஸியல்லைப் போல் வளர்கிறது. ஆனால் நாளடைவில், மஞ்சரியின் வளர்ச்சி மாறுபட்டு மோனோகேசியல் ஸ்கார்பியாய்டு சைம் மஞ்சரியாக வளரும். பின்பு, நேரிடையாக ஒரு கணுவின் இருபுறங்களிலும் வளரும் இம்மஞ்சரிகள் இரண்டும் ஒன்றையொன்று நெருக்கி வளர்ந்து, தண்டைச் சுற்றிக் கொத்தாக அமைந்திருக்கும். (எ-டு: தும்பை).

**திர்ஸஸ் (Thyrus).** இது ரெஸிமோஸ் தன்மையில் அமைந்துள்ள பல எளிய மஞ்சரிகள் ஒன்று சேர்ந்த ஒரு கூட்டு மஞ்சரி ஆகும். இந்த மஞ்சரியின் முதன்மை அச்சில் ஒவ்வொரு கணுவிலும் எதிராக அமைந்துள்ள பூக்காம்புச் செதில்களிலிருந்து இரண்டாம் அச்ச தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு இரண்டாம் அச்சின் பூக்காம்புச் செதில் களிலிருந்து ஒரு பூ உண்டாகிறது. இவ்வாறு ஒரு எளிய சைம் மஞ்சரி உண்டாகிறது. இதில் நடுவில் உள்ள பூ முதலில் முதிர்ச்சியடைகிறது. கூட்டு மஞ்சரியின் முதன்மை அச்சில்



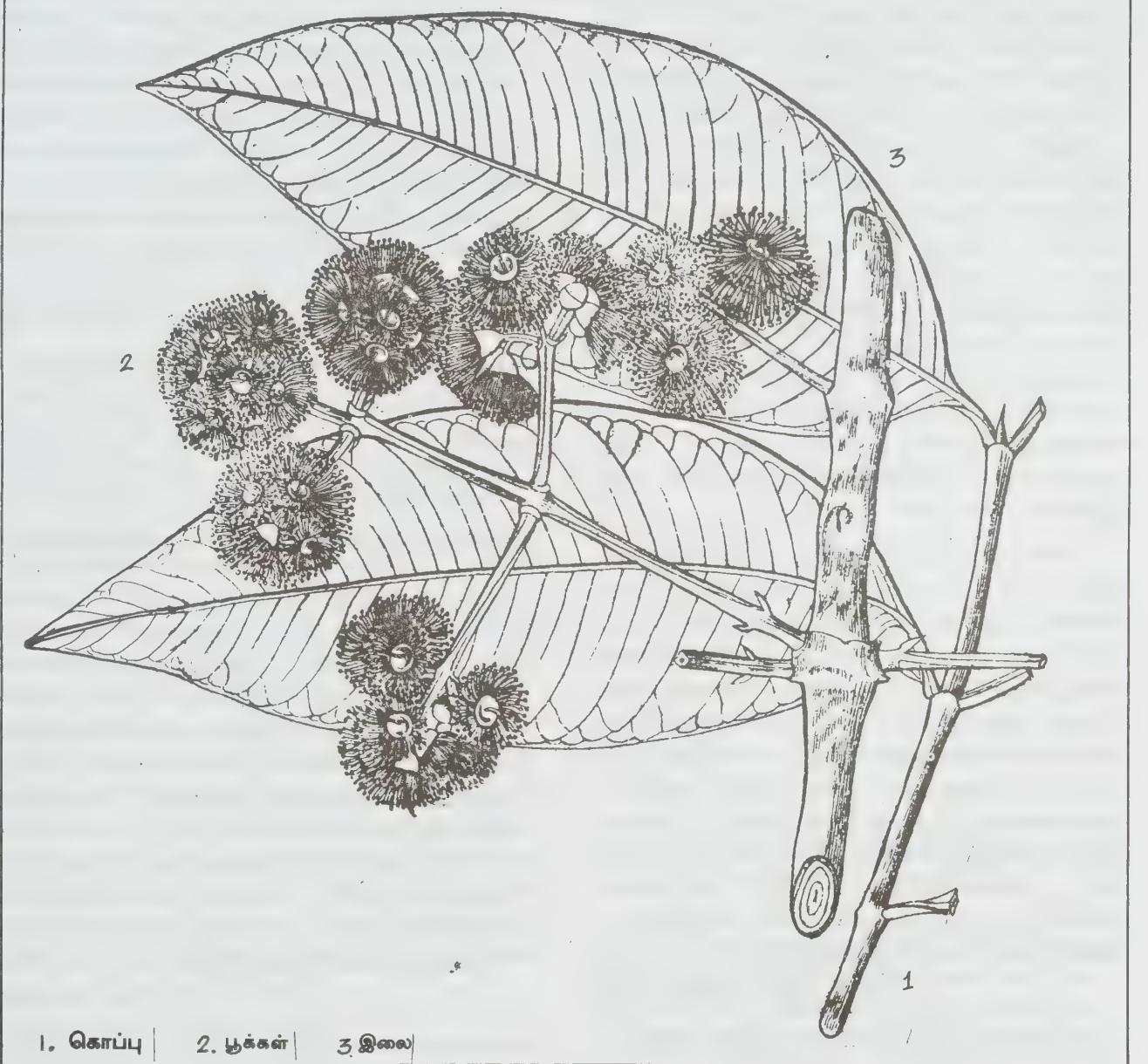
இந்த எளிய சைம் மஞ்சரிகள் நுனி நோக்கிய வளர்ச்சியில் அமைந்துள்ளன.

அ. ஜெயராமன்

## பூமருது

இதை அனிச்ச மரம் என்றும் கூறுவர். அனிச்ச மரத்திற்குத்

தடலி, கதளி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. தாவரப் பெயர்கள் லேக்ஸ்ரோமியா ஃபுளோஸ் ரெஜினே (*Lagerstroemia flos-raginae*), லே. ஸ்பீசியோசா (*L. speciosa*) என்பன. இது லித்ரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மரமாகும். இந்தியாவில் ஒரிசா, அஸ்ஸாம், வங்காளம், தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் இது வளர்கிறது. தமிழ்நாட்டில் ஏற்காட்டு மலைச் சாலைகளில் இம்மரத்தைக் காணலாம். ஆற்று ஓரங்களிலும் சதுப்பு நிலங்களிலும் காணப்படும் இது



பூ மருது (*Lagerstroemia flos-raginae*)

இலையுதிரும பெரிய மரமாகும். இந்தியா, பாகிஸ்தான், மியான்மர், திபூதானியா, சீனா, இந்தோனேஷியா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் இம்மரத்தைக் காணலாம்.

**வளரியல்பு.** இதன் அடிமரம் குட்டையானது. இம்மரத்தின் உச்சிப்பகுதி வட்டமாகக் கிளைக்கும். கிளைகள் வழுவழப்பாகவும், கருஞ்சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கின்றன. இதன் இலைகள் மாவிலைகளை ஒத்திருக்கும். இலைக்காம்பு பெருத்திருக்கும். இலை விளிம்பு அலை போன்று வளைந்திருக்கும். இலைகள் குறுக்கு மறுக்காகவோ, மாற்றொழுங்காகவோ அமைந்திருக்கின்றன. ஏப்ரல் - மே மாதங்களிலோ, ஜூலை - ஆகஸ்டு மாதங்களிலோ பூக்களும் இலைகளும் தோன்றுகின்றன. பூக்கள் கொப்பு களின் நுனியில் நீண்ட கதிராகக் காணப்படுகின்றன. பூச்சரத்தில் அடிப்பகுதியிலுள்ள மலர்கள் முதலில் மலர்கின்றன. இவை கருஞ்சிவப்பு அல்லது ஊதா நிறமானவை. மழைக்காலத்தின்போது நகர வீதிகளில் செப்டம்பர் வரையிலும் இம்மரம் பூக்கிறது. பூக்கள் ஆறு அங்க உறுப்புகளுடையவை. புல்லிவட்டக் குழல் மணி வடிவானது. அல்லி இதழ்கள் ஆறும் மகரந்தத் தாள்கள் பலவாகவும் உள்ளன. இதன் காய்கள் 2 - 3 செ.மீ. நீளத்தில் ஏறத்தாழக் கோள வடிவில் வட்டமான அல்லது சிறிது கூர்மையான நுனியுடன் பல சூழ்நிலைகளில் சூல்தண்டில் எச்சத்தைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும். பிஞ்சு பச்சையாகவும், கனி கறுப்பாகவும், விதைகள் கரும் பழுப்பாகவும் காணப்படும்.

**பயன்.** இம்மரத்தில் உண்டாகும் அழகிய பூக்களுக்காக இதைச் சாலை ஓரங்களில் நடலாம். இம்மரக்கட்டை நீரால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆதலால் இதைக்கொண்டு கம்பம், தூண், படகு, பலகை, உலக்கை, கடைசல் பொருள்கள் செய்வதுண்டு. வண்டி ஆரக்கால், தட்டுமுட்டு, மரப் பொருள், தந்திக்கம்பம், தீப்பெட்டி, நாட்டுத் துப்பாக்கி முதலியவையும் இம்மரத்திலிருந்து செய்யப்படுகின்றன. இம்மரத்தின் இலை, வேர், பட்டை, விதை ஆகியவை மருந்தாகின்றன. இலை சிறுநீரைப் பெருக்கும். பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டினர் இதன் இலைச்சாற்றை நீரிழிவிற் காகப் பயன்படுத்துகின்றனர். வேர், காய்ச்சலைக் குணமாக்கும். பட்டைச்சாறு வயிற்றுவலி, வயிற்றோட்டம் இவற்றை குணமாக்கப் பயன்படுகிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பூரட்டாதி

சதயத்திற்கு (Aquarius) வடபுறத்தில் சிக்கனசுக்குத் தென் கிழக்கில் உள்ள பெரிய மண்டலம் பெகசஸ் எனும் பறக்கும் குதிரையாகும். இது முழுமையாகப் பால்வழிக்கு வெளியில் அமைந்துள்ளது. நான்கு விண்மீன்கள் ஏற்படுத்தும் சூரத்தைக் கொண்டு இதை எளிதில் இனங்கண்டு கொள்ளலாம். ஆல்பா பெகாரி எனும் பூரட்டாதி (L.pegasus) இந்தச் சதுரத்தின் கீழ்வலப்புற முனையில் உள்ளது. மேல் வலப்புற முனையில் பீட்டாவும், கீழ் இடப்புற முனையில் காமாவும் இருக்கின்றன. மேல் இட முனையில் உள்ள விண்மீன் உத்திரட்டாதியைச் சேர்ந்ததாகும். சூரத்தி உள்ளிட்ட பகுதியில் பளபளப்பான விண்மீன்கள் இல்லை எனலாம். பூரட்டாதி மட்டுமே ஒளி மிகுந்த விண்மீன் ஆகும். கப்பாபெகாசி (kappa pegasi) என்பது ஓர் இரட்டை விண்மீனாகும். 85 பெகாசி என்பது ஓர் ஆறாம் தர முப்படி விண்மீனாகும். இந்த மண்டலத்தைச் சுற்றி ௨.௫சூவாய்ந்த விண்மீன் கட்டங்கள் மிகுந்து காணப்படல் இதன் சிறப்பாகும்.

எம். அரவாண்டி

## பூரம்

காண்க: | கன்ன

## பூராடம்

ஒன்பதாம் மண்டலம் தனுஸ் ஆகும். இதிலுள்ள முதன்மையான எட்டு விண்மீன்கள் இரு நாற்கர உருவங்களை உருவாக்குகின்றன. இம்மண்டலத்தின் தென்புறத்திலிருந்து பால்வழி இருபிரிவுகளாகப் பிரிந்து, ஒரு பிரிவு விருச்சிகம் வழியாகவும் அடுத்த பிரிவு அக்விலா வழியாகவும் செல்லும். பீடா, டெல்டா என்பவை இரட்டை விண்மீன்களாகும். டெல்டாவுக்குப் பூராடம் (I sagittaxis) என்னும் பெயருண்டு. மூன்றாம் ஒளித்தரத்தைவிட அதிகமில்லாத இந்த விண்மீன், நெபுலங்களையும், விண்மீன் கூட்டங்களையும் அடக்கியுள்ளது.

எம். அரவாண்டி



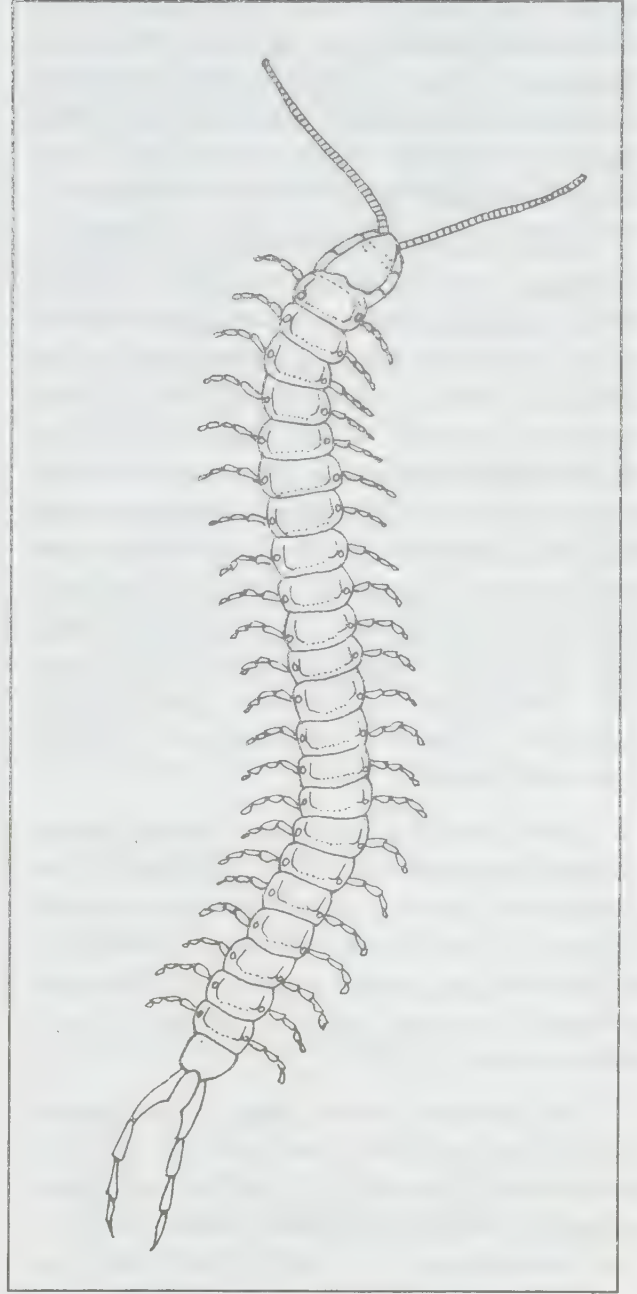
## பூரான்

இது கணுக்காலிகள் பிரிவில் கைலோப்போடா வரிசையைச் சார்ந்தது. இதை ஓர்ப்பாதி விலங்கினம் எனவும் குறிப்பிடுவர். இது ஏறத்தாழ பூறு கால்களைப் பெற்றுள்ளமையால் செண்டிபீட் (centipede) என்று வழங்கப்படுகிறது.

பூரான் உலகம் முழுவதிலும் காணப்பட்ட போதிலும் வெப்பப் பகுதிகளில் மிகுந்துள்ளன. ஏறத்தாழ 300 பூரான் வகைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பூரான் மறைந்திருந்து வாழக்கூடிய, மிகவும் சுறுசுறுப்பான விலங்காகும். இது பெரும்பாலும் ஒதுக்குப்புறமான இடங்களிலும், குப்பைகளும், மரப்பட்டை, சந்து பொந்து, மக்கிப் போன மரப்பொருள் ஆகியவற்றில் வாழ்கிறது. மறைந்திருந்து, இரவு நேரங்களில் வெளிவந்து உலாவக்கூடிய தன்மை வாய்ந்தது. ஊனுண்ணியான பூரான் பூச்சி, புழு, சிலந்தி ஊர்வன வகையினங்களை உண்டு வாழ்கிறது. தன்னிடம் உள்ள நச்சு நகத்தினால் இரையினை கொட்டிச் செயலிழக்கச் செய்து தன் வாயில் உள்ள தாடைப்பகுதியால் சிறிது சிறிதாகச் சுரண்டிச் சுவைத்து உண்ணும்.

பூரானின் தோற்றமும், திறமும் அழகாக இருக்கும். மஞ்சள் திறமும் மஞ்சளாடன் கூடிய கருஞ்சிவப்பு திறமுடையது. இதன் உடல் மென்மையாவும் நீண்டும், மேலிருந்து கீழ் நோக்கித் தட்டை வடிவமாகவும் இருக்கும். இது நீளவாக்கில் 3 - 30 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இதன் உடல் ஏறக்குறைய 20 - 200 கண்டங்களால் ஆனது. இக்கண்டங்களின் எண்ணிக்கை வகைக்கு வகை வேறுபடுகிறது. ஒரிரண்டு இறுதிக் கண்டங்களைத் தவிர மற்றவை ஒவ்வொன்றிலும் பக்கப் பகுதியில் ஓர் இணைக்கால்கள் இருக்கும். அனைத்துக் கால்களும் ஒழுங்காக, அலை போன்று, அடுத்தடுத்து நகர்வதால் பூரான் தரையில் வேகமாக ஊர்ந்து செல்லும் தன்மையைப் பெறுகிறது. தலைப்பகுதியில் ஓர் இணை உணர் நீட்சிகளும் பற்களுடன் கூடிய ஓர் இணை தாடைப்பகுதியில் ஈரிணை துருவுத் தாடையும் இருக்கும். தலையின் மேல் பகுதியில் ஓரிரு இணையான புள்ளி வடிவக் கண்கள் இருக்கின்றன. உடல் பகுதியின் முதல் கண்டத்தில் ஓர் இணை தாடைக் கால் உறுப்பு உள்ளது. இதன் நுனியில் வளையக்கூடிய இரண்டு கொக்கி போன்ற நச்சு நகங்கள் காணப்படுகின்றன. இதில் உள்ள சிறிய துளைகளின் மூலமாகவே பூரான் கடிக்கும்போது நச்சுச் செலுத்தப்படுகிறது.

பூரானின் ஆசன வாய்ப்பகுதி உடல் பகுதியின் இறுதிக் கண்டத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் திறக்கிறது. இதற்கு



பூரான் (Centipede)

முன்னே உள்ள கண்டத்தின் நடு அடிப்பகுதியில் இனப் பெருக்கத் துளை அமைந்துள்ளது. இதில் ஆண், பெண் இனம் தனித் தனியாகக் காணப்படும். ஆண் இனப்பெருக்க மண்டலத்தில் விந்து உண்டாகக்கூடிய விந்துச்சுரப்பி (testis) எண்ணிக்கையில் வகைக்கு வகை வேறுபட்டிருக்கும். பொதுவாக 1 - 24 வரையில் இருக்கும்.

ஆன் பூரானுக்கு இனப்பெருக்க உறுப்பு இராமையால் விந்தைப் பெண் உறுப்பில் நேரடியாகச் செலுத்துவதில்லை. இனப்பெருக்க நேரத்தில் ஆன் வலைபோல் பின்னப்பட்ட பிசுப்பிசுப்பான விந்துக்கட்டியைத் தரையில் விழ்ச்செய்து பெண் பூரானின் இனப்பெருக்க உறுப்பை அதன் மேல் தேய்க்க வைக்கும். அவ்வாறு செய்வதால் விந்து பெண் இனப்பெருக்கத் துளையின் மூலமாக உள்ளே செல்லும்.

நச்சுச் சுரப்பியின் முதிர்ந்த செல்கள் நச்சுப் பொருளைச் சுரக்கின்றன. நச்சுப் பொருளிலுள்ள திபூக்ளிய அல்புமின் வீரியம் மிகுந்த பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. ஸ்கோலோ பெஸ்ட்ரா மார்சிடன்ஸ் என்னும் பூரானின் நச்சில் ஃபார்மிக் அமிலமும், புரோட்டினைஸ், பெப்டிடைஸ் போன்ற நொதிகளும் உள்ளன. பெரிய நச்சுத் தாடைகளைக் கொண்ட ஸ்கோலோபெஸ்ட்ரா, எத்மோஸ்டிக்மஸ் போன்ற பெரிய திலப்பூரான்கள் நச்சுத்தன்மை மிகுந்தவை. அவை கடித்த இடத்தில் வீக்கமும், வலியும் ஏற்பட்டு ஒரு நாள் வரை நீடிக்கும். தலைவலி, காய்ச்சல், மயக்கமும் உண்டாகும். பெரிய காயம் ஏற்படவும் வாய்ப்புண்டு. அக்காயத்தில் நச்சுண்ணுயிரிகள் தொற்றிக்கொள்வதால் புண் ஏற்படுகிறது. சிலவகைப் பூரான்களினால் (ஸ்கோலோ பெஸ்ட்ரா ஜெய்காண்டியா) மனிதன் இறக்கக்கூடிய வாய்ப்பும் உள்ளது.

பூரான் தன்னைத் தாக்கவரும் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளும் பொருட்டும், விரும்பத்தகாத சில உணர்வுகளால் தூண்டப்படும் போதும் தன் கால்களில் ஒரிரண்டைத் தானே முறித்துக் கொண்டு ஓடிச் செல்லும். அப்பகுதிகளில் சிறிய காயமே ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலும் அனைத்துக் கால்களும் குறிப்பாக இணைக் கால்கள் முறியக்கூடியவை.

சில பூரான்களில் ஒளிரும் தன்மை காணப்படுகிறது. உடலின் அடிப்பகுதியில் உள்ள நுண்ணிய உட்தோல் துளைகளிலிருந்து வெளிப்படும் பிசுப்பிசுப்பான மஞ்சள் நிறமுடைய பொருள் இருளில் ஒளிரும் தன்மையுடையது.

(மு. சுல்தான்அலி

## ஃபூரியர்தொடர்

$f(x)$  என்னும் சார்பு  $(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் வரையறுக்கப் பட்டிருப்பின்  $f(x)$  இன் ஃபூரியர் தொடர் (fourier series) ஆகும்.

$$f(x) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \text{ ஆகும்.}$$

$$(-\pi < x < \pi) \quad (1)$$

இங்கு  $a_0, a_n, b_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) என்னும் மாறிலிகள் ஃபூரியர் கெழுக்கள் (fourier coefficients) எனப்படும்.

சமன்பாடு (1) இன் இருபுறமும்  $(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் தொகை (integral) காணின்

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx = \int_{-\pi}^{\pi} a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) dx$$

$$= a_0/2 \int_{-\pi}^{\pi} (x) dx$$

(மற்ற தொகைகளின் மதிப்பு பூச்சியமாகும்)

$$= a_0 \pi$$

$$a_0 = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx \quad (2)$$

சமன்பாடு (1) இன் இருபுறமும்  $\cos nx$  ஆல் பெருக்கி  $(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் தொகைக்காணின்

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx = a_0/2 \int_{-\pi}^{\pi} \cos nx dx + \sum_{n=1}^{\infty} \int_{-\pi}^{\pi} (a_n \cos^2 nx + b_n \sin nx \cos nx) dx$$

$$= \int_{-\pi}^{\pi} (a_n \cos^2 nx) dx$$

(இங்கு மற்ற தொகைகளின் மதிப்பு பூச்சியமாகும்.)

$$= a_n \int_{-\pi}^{\pi} (1 + \cos 2nx) dx$$

$$2$$

$$= a_n [(x/2) + (\sin 2nx/4n)]_{-\pi}^{\pi}$$

$$= a_n \pi$$

$$a_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx \quad (3)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

சமன்பாடு (1) இன் இருபுறமும்  $\sin nx$  ஆல் பெருக்கி  $(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் தொகை காணின்,

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx = b_n \int_{-\pi}^{\pi} (\sin^2 nx) dx$$

(மற்ற தொகைகளின் மதிப்பு பூச்சியமாகும்)



$$= b_n [(x/2) - (\sin 2nx/4n)] \pi$$

$$= b_n \pi$$

$$b_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad (4)$$

1, 2, 3.....

சமன்பாடுகள் (2), (3), (4) ஆகியவற்றின் மூலம் கொடுக்கப்பட்ட சார்பின் ஃபூரியர் கெழுக்களைக் கணக்கிடலாம்.

ஃபூரியர் தொடரை விரிவுபடுத்த கட்டுப்பாடுகள்.

- (1)  $f(x)$  சார்பு,  $(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் சீராக ஒருங்க வேண்டும்.
- (2)  $f(x)$  சார்பு  $x$ இன் முழு எண் மடங்குகளில் சைன், கொசைன் தொடராக இருத்தல் வேண்டும்.
- (3)  $f(x)$  ஒரு மதிப்புடைய சார்பாக இருக்க வேண்டும்.
- (4)  $x = a$  என்னும் ஒரு தொடர்ச்சியற்ற புள்ளியில் ஃபூரியர் தொடரின் மதிப்பு  $\frac{1}{2} [f(a+0) + f(a-0)]$  ஆகும்.
- (5)  $f(x)$  குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் முடிவுள்ள தொடர்ச்சியின்மை புள்ளிகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

ஒற்றைப்படை, இரட்டைப்படை சார்புகளுக்கு ஃபூரியர் தொடர்.

$(-\pi, \pi)$  இடைவெளியில் வரையறுக்கப்பட்ட சார்பு,  $f(x) = -f(x)$  எனின்,  $f(x)$  ஒற்றைப்படைச் சார்பு எனவும்,  $f(-x) = f(x)$  எனின்,  $f(x)$  இரட்டைப் படைச் சார்பு எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

$f(x)$  ஒற்றைப்படைச் சார்பெனின்,

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \, dx = 0 \quad \text{ஆகும்.}$$

$f(x)$  இரட்டைப்படைச் சார்பெனின்,

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \, dx = 2 \int_0^{\pi} f(x) \, dx \quad \text{ஆகும்.}$$

$f(x)$  ஓர் ஒற்றைப் படைச் சார்பெனின்,  $f(x) \cdot \cos nx$  இம் ஓர் ஒற்றைப்படை சார்பாகும்.

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx \, dx = 0$$

$f(x)$  ஓர் ஒற்றைப் படைச் சார்பெனின்  $f(x) \sin nx$  ஓர் இரட்டைப்படைச் சார்பாகும்.

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx = 2 \int_0^{\pi} f(x) \sin nx \, dx$$

எனவே  $f(x)$  ஒற்றைப்படை சார்பெனின் ஃபூரியர் கெழுக்கள் வருமாறு

$$a_0 = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \, dx = 0; \quad b_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx$$

$$a_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx \, dx = 0$$

$f(x)$  ஓர் இரட்டைப்படை சார்பெனின்  $f(x) \sin nx$  ஓர் ஒற்றைப் படைச் சார்பாகும்.  $f(x) \cos nx$  ஓர் இரட்டைப் படைச் சார்பாகும். எனவே  $f(x)$  இரட்டைப்படைச் சார்பெனின் ஃபூரியர் கெழுக்கள் வருமாறு

$$a_0 = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \, dx$$

$$a_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx \, dx;$$

$$b_n = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx = 0$$

ஃபூரியர் தொடர்,  $f(x)$  ஒற்றைப்படை சார்பெனின் சைன் தொடராகவும் (sine series),  $f(x)$  இரட்டைப்படை சார்பெனின் கொசைன் தொடராகவும் (cosine series) இருக்கும்.

அரை இடைவெளித் தொடர் (Half-range series). அரை இடைவெளி  $(0, \pi)$  இல்  $f(x)$  என்னும் சார்பை கொசைன் அல்லது சைன் கொண்ட ஃபூரியர் தொடராக விரிக்கலாம்.

கொசைன் தொடர்.  $(0, \pi)$  இடைவெளியில்

$$f(x) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nx$$

$$\text{இங்கு } a_0 = 2/\pi \int_0^{\pi} f(x) \, dx$$

$$a_n = 2/\pi \int_0^{\pi} f(x) \cos nx \, dx \quad \text{ஆகும்.}$$

சைன் தொடர்.  $(0, \pi)$  இடைவெளியில்

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx$$

$$\text{இங்கு } b_n = 2/\pi \int_0^{\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad \text{ஆகும்.}$$

இடைவெளி மாற்றம்.  $(-l, l)$  இடைவெளியில்  $f(x)$  என்னும் சார்பை ஃபூரியர் தொடராக விரிவுபடுத்த

$$y = \pi x/l \quad \text{என்க}$$

$$x = ly/\pi \quad \text{ஆகும்}$$

$$x = -l \quad \text{எனின் } y = -\pi$$

$$x = l \quad \text{எனின் } y = \pi \quad \text{ஆகும்}$$

$$\text{எனவே } f(x) = f(ly/\pi)$$

$$= F(y)$$

$$a_0 = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(y) dy = 1/\pi \int_{-\pi}^{\pi} f(l y/\pi) dy = \int_{-\pi}^{\pi} 1/\pi f(x) \pi/l dx$$

$$a_0 = 1/l \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$

$$\text{இதே போல் } a_n = 1/l \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(n\pi/l) x dx$$

$$b_n = 1/l \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(n\pi/l) x dx$$

$$\infty$$

$$f(x) = a_0/2 \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\pi/l)x + b_n \sin(n\pi/l)x) \text{ ஆகும்.}$$

$f(x)$  ஒற்றைப்படைச் சார்பு எனில் சைன் உறுப்புகளை மட்டும் கொண்ட ஃபூரியர் தொடராக விரிவுபடுத்தப்படும்

$$\infty$$

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\pi/l) x \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{இங்கு } b_n = 2/l \int_0^l f(x) \sin(n\pi/l) x$$

$f(x)$  இரட்டைப்படைச் சார்பு எனில், கொசைன் உறுப்புகளை மட்டும் கொண்ட ஃபூரியர் தொடராக விரிவுபடுத்தப்படும்.

$$\infty$$

$$f(x) = a_0/2 \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\pi/l) x$$

$$\text{இங்கு } a_0 = 2/l \int_0^l f(x) dx ;$$

$$a_n = 2/l \int_0^l f(x) \cos(n\pi/l) x dx$$

$(\infty, \beta)$  இடைவெளியில்  $f(x)$  சார்பின் ஃபூரியர் தொடர்.

$$\infty$$

$$f(x) = a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} [(a_n \cos(2n\pi/\beta - \infty)x + b_n \sin(2n\pi/\beta - \infty)x)]$$

$$\text{இங்கு } a_0 = 2/\beta - \infty \int_{-\infty}^{\beta} f(x) dx$$

$$a_n = 2/\beta - \infty \int_{-\infty}^{\beta} f(x) \cos(2n\pi/\beta - \infty) x dx$$

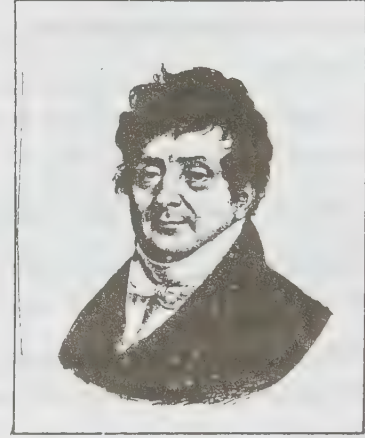
$$b_n = 2/\beta - \infty \int_{-\infty}^{\beta} f(x) \sin(2n\pi/\beta - \infty) x dx \text{ ஆகும்.}$$

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள தொகைகளிலிருந்து  $(\infty, \beta)$  இடைவெளியில்  $f(x)$  என்னும் சார்பின் ஃபூரியர் கெழுக்களைப் பெறலாம்.

பெ. துரைசாமி

## ஃபூரியர், ஜீன் பாப்டிஸ்ட் ஜோசப்

இவர் பூரியர் தொடரை அறிமுகப்படுத்திப் புகழடைந்த பிரெஞ்சுக் கணிதவியலார் ஆவார் ஜீன் பாப்டிஸ்ட் ஜோசப் ஃபூரியர் (Jean-Baptiste Joseph Fourier) 1768 ஆம் ஆண்டு மார்ச் 21 ஆம் நாள் பிரான்சிலுள்ள ஆக்சரி என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். இவர் ஒரு தையல்காரருக்கு 19 ஆம் குழந்தையாகப் பிறந்தார். தம் எட்டாம் வயதில் தாய் தந்தையரை இழந்த இவர் பலருடைய உதவியுடன் கல்வி பயின்றார். பூரியர் தம் இளமைப் பருவத்தில் ஆக்சரியிலுள்ள பெனிடிக்டைன் பள்ளியில் பயின்றார். இப்பள்ளியே இவருக்குக் கணிதவியல் ஆர்வத்தைத் தூண்டியது.



ஃபூரியர் ஜீன் பாப்டிஸ்ட் ஜோசப்

இவர் 1784 இல் கணித ஆசிரியரானார். கணித ஆசிரியராக இருப்பினும் வரலாறு, தத்துவம் போன்ற பல துறைகளில் ஆர்வம் காட்டிப் பல சொற்பொழிவுகள் நிகழ்த்தியுள்ளார். 1795 இல் இவர் ஈகோல் பஸ்தொழில்நுட்பப் பயிலகத்தின் துணைப் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். 1798 ஆம் ஆண்டு வரை எகிப்தியர்களின் பழமை வாய்ந்த சின்னங்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்தார்.

பிரான்சிலிருந்து திரும்பிய பிறகு பூரியர் எகிப்தைப் பற்றிய வெளியீட்டிற்குப் பொறுப்பேற்றார். இவ்வெளியீட்டில் எகிப்தியரின் பழமை வாய்ந்த கலாச்சாரங்களைப் பற்றி எழுதினார். 1816 இல் இவர் பாரிசிலுள்ள அறிவியல் கழகத்தின் உறுப்பினராக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். இவர் 1822 இல் இரு பரிமாணப் பொருள்களில் வெப்பக் கடத்தல் பற்றிய ஆய்வை வெளியிட்டார்.

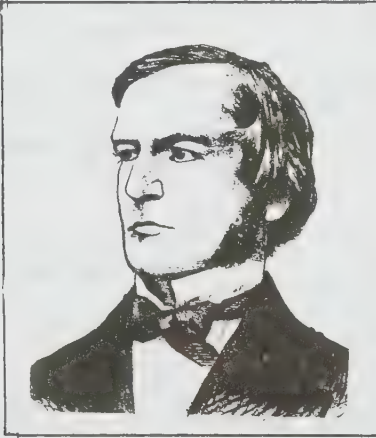


பூரியர் தம் வாழ்நாள் முழுதும் ஆய்விற்காகவே பாடுபட்டார். இவர் இயற்கணிதச் சமன்பாடுகளின் மூலங்களைக் (roots) கண்டறிவதில் மிகவும் ஆர்வம் காட்டினார். 1826 இல் இவர் பிரெஞ்சுக் கழகத்தின் உறுப்பினரானார். பின்னர் 1827 இல் லாப்லாஸ் என்பாரைத் தொடர் பஸ்தொழில் நுட்பப் பயிலகத்தின் தலைவரானார். இவர் 1830 ஆம் ஆண்டு மே 16 ஆம் நாள் பாரிசில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பூல், ஜார்ஜ்

இவர் 1815 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 2 ஆம் நாள் இங்கிலாந்திலுள்ள லிங்கோலான் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். ஜார்ஜ் பூல் (George Boole) புதுமைக் குறியூட்டுத் தருக்கவியலைக் (modern symbolic logic) கண்டறிந்தார். இவர் கண்டறிந்த பூலியின் இயற்கணிதம் (Boolean algebra) இன்றைய எண்ணியல் கணிப்பொறிச் சுற்றுகளை வடிவமைக்க அடிப்படையாக உள்ளது.



பூல், ஜார்ஜ்

பூலின் தந்தையார் இவருக்குக் கணிதவியல் மற்றும் ஒளியியல் கருவிகள் பற்றி நன்கு பயிற்றுவித்தார். இவர் தம் இளமைப் பருவத்தில் கணிதத்தை மிகவும் ஆர்வமாகக் கற்றார். தம் 16 ஆம் வயதில் மேற்கு ரைட்கிலுள்ள சிற்றூர் பள்ளி ஒன்றில் ஆசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். பின்னர் தம் 20 ஆம் வயதில் லிங்கோலானில் சொந்தமாகப் பள்ளி ஒன்றைத் தொடங்கினார். அங்கு ஓய்வு நேரங்களில் இவர் கணிதவியல் இதழ்களைப் படித்தார்.

அ.க.15-61

பூல் பலமுறை உருமாற்றக் கொள்கை (analytical transformation theory) பற்றிய ஆய்வைக் கேம்பிரிட்ஜ் கணிதவியல் இதழில் வெளியிட்டார். இவ்வாய்வுக் கட்டுரை வகைக்கெழுச் சமன்பாடு நேரியல் உருமாற்றங்களின் இயற்கணிதச் சிக்கல், மாறாமைக் கொள்கை (invariance theory) ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். இவர் 1844 இல் இயற்கணிதமும் கணிப்பியலும் ஒருங்கிணைந்துள்ள முறைகளைப் பற்றி விளக்கினார். இவருடைய பகுப்பாய்விற்காக ராயல் கழகம் பட்டம் வழங்கிப் பாராட்டியது. பின்னர் பூல் தன் இயற்கணிதத்தைத் தருக்கவியலுக்கும் பயன்படுத்தினார். 1847 இல் இவர் "தருக்கவியல் கணிதவியல் பகுப்பாய்வு" என்னும் ஆய்வு கட்டுரையை வெளியிட்டார். இக்கட்டுரையில் இவர் தருக்கவியல் பட்டம் கணிதவியல் சார்ந்தது. தத்துவமன்று என விளக்கியுள்ளார். 1849 இல் பட்டம் பெறாத இவருக்கு ஆய்வு வெளியீடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பேராசிரியர் பதவி அளிக்கப்பட்டது.

1854 இல் இவர் தருக்கவியல், நிகழ்தகவு ஆகியவற்றின் கணிதவியல் கொள்கை பற்றி ஆய்வுக் கட்டுரை வெளியிட்டார். இவர் மேரி எவெரஸ்ட் என்பாரை மணந்தார். 1857 இல் ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். இவருடைய பூலியன் இயற் கணிதம் இன்றைய எண்ணியல், மின்னணுவியல் மற்றும் கணிப்பொறிக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. இவர் 1864 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 8 ஆம் நாள் அயர்லாந்திலுள்ள பாலின்டெம்புல் என்னுமிடத்தில் காலமானார்.

பெ. துரைசாமி

## பூலிச் சமனிலிகள்

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  என்பன  $n$  திகழ்ச்சிகளானால்

$$(1) \sum_{i=1}^n P(A_i) \leq \sum_{i=1}^n P(A_i)$$

$$(2) \sum_{i=1}^n P(A_i) \geq \sum_{i=1}^n P(A_i) - (n-1)$$

ஆகும். இவ்விருண்டு சமனிலிகளும் கணித மேதை பூலி என்பாரால் வரையறுக்கப்பட்டன. இவை பூலிச் சமனிலிகள் (Boole's inequalities) எனப்படும்.

கணிதத் தொகுத்தறிதல் முறை மூலம் இதை மெய்ப்பிக்கலாம்.

சமனிலி (1).  $A_1, A_2, \dots, A_n$  என்பன  $P$  நிகழ்ச்சிகளானால்

$$P(\cup_{i=1}^n A_i) \leq \sum_{i=1}^n P(A_i).$$

இந்த சமனிலியில்  $n = 2$  என எடுத்தக் கொள்ளலாம். அதாவது  $A_1, A_2$  என்பன இரண்டு நிகழ்ச்சிகளாயின் நிகழ்தலின் கூட்டல் விதிப்படி

$$P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \cap A_2)$$

$$P(A_1 \cup A_2) \leq P(A_1) + P(A_2) \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{ஏனெனில் } P(A_1 \cap A_2) \geq 0$$

இப்போது  $n=3$  என்று எடுத்துக் கொண்டால் நிகழ்தகவின் கூட்டல் விதிப்படி

$$P(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cap A_2) - P(A_2 \cap A_3) - P(A_1 \cap A_3) - P(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$$

ஏனெனில்

$$P(A_1 \cap A_2), P(A_2 \cap A_3), P(A_1 \cap A_3), P(A_1 \cap A_2 \cap A_3) \geq 0$$

$$P(\cup_{i=1}^3 A_i) \leq \sum_{i=1}^3 P(A_i) \quad \dots\dots(2)$$

இப்போது  $n = r$  எனக் கருதினால் மேற்காணும் சமனிலி (2) ஐ

$$P(\cup_{i=1}^n A_i) \leq \sum_{i=1}^n P(A_i) \quad \dots\dots (3)$$

என எழுதலாம்.

$n = r + 1$  என்று எடுத்துக் கொண்டால்

$$P(\cup_{i=1}^{r+1} A_i) = P(\cup_{i=1}^r A_i \cup A_{r+1})$$

$$\leq P(\cup_{i=1}^r A_i) + P(A_{r+1}) \quad \text{சமன் (1) ஐப் பயன்படுத்தி}$$

$$\leq \sum_{i=1}^r P(A_i) + P(A_{r+1}) \quad \text{சமன் (3) ஐப் பயன்படுத்தி}$$

$$\leq \sum_{i=1}^{r+1} P(A_i)$$

$$P(\cup_{i=1}^n A_i) \leq \sum_{i=1}^n P(A_i) \quad \text{என மெய்ப்பிக்கப்படும்.}$$

சமனிலி (2).

$$P(\cap_{i=1}^n A_i) \geq \sum_{i=1}^n P(A_i) - (n-1)$$

$A_1, A_2$  என்னும் இரண்டு நிகழ்ச்சிகளை மட்டும் ( $n=2$ ) கருதினால் நிகழ்தலின் கூட்டல் விதிப்படி

$$P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \cap A_2) \leq 1$$

$$P(A_1 \cap A_2) \geq P(A_1) + P(A_2) - 1 \quad (4)$$

அப்போது  $n = r$  எனக் கொண்டால்

$$P(\cap_{i=1}^r A_i) \geq \sum_{i=1}^r P(A_i) - (r-1) \quad (5)$$

என ஆகும்.

$n = r + 1$  எனக் கருதினால்

$$P(\cap_{i=1}^{r+1} A_i) = P(\cap_{i=1}^r A_i \cap A_{r+1})$$

$$\geq P(\cap_{i=1}^r A_i) P(A_{r+1}) - 1 \quad \text{சமன் (4) ஐப் பயன்படுத்தி}$$

$$\geq \sum_{i=1}^r P(A_i) - (r-1) + P(A_{r+1}) - 1 \quad \text{சமன் (5) ஐப் பயன்படுத்தி}$$

$$\geq \sum_{i=1}^{r+1} P(A_i) - r$$

$n-1$

எனப்பெறப்படும். ஆகவே  $n = r+1$  க்கும், இந்தச் சமனிலி உண்மையாகிறது. எனவே

$$P(\cap_{i=1}^n A_i) \geq \sum_{i=1}^n P(A_i) - (n-1) \quad \text{என்பது உண்மையாகும்.}$$

பயன். நிகழ்தகவுக் கொள்கைகள் பயன்படுத்தப்படும் பல தேற்றங்களும், முடிவுகளும், சமனிலிகளும், பூலிச் சமனிலியின் அடிப்படையில் மெய்ப்பிக்கப்படுகின்றன.

அ. ஜான் வில்லியம் பெலிக்ஸ்

இ. கஸ்பர் ராஜ்



## பூலியன் இயற்கணிதம்

டீமார்கன் என்பார் கணிதத்திற்கும் தருக்கவியலுக்கும் (logic) உள்ள தொடர்பைக் கண்டறிந்தார். ஜார்ஜ் பூல் (1854) என்பார் கூட்டல், பெருக்கல் ஆகிய செயல்முறைகளுக்கு தருக்கவியல் தொடர்பைக் (logical relations) கண்டறிந்தார். பின்னர், 1938 இல் சனான் என்பார் தொலை பேசி மின்மாற்று சுற்றுகளுக்கு (telephone switching circuits) இந்த தருக்க இயற்கணித முறையைப் பயன்படுத்தி, அதற்கான செயல்முறை ஒன்றை கண்டறிந்தார். பிறகு இந்த தருக்க இயற்கணித முறை கணிப்பொறி தொழில் நுட்பத்திற்கும் பயன்படுத்தப் பட்டது. இந்த இயற்கணித முறை, பூலியன் இயற்கணிதம் (Boolean algebra) எனப்படுகிறது.

கணிப்பொறி சுற்றுகளில் YES-NO, ON-OFF, TRUE-FALSE ஆகிய இரட்டைகளைக் கொண்டு செய்யப்படும் தருக்க செயல்முறைகளுக்கு (logical operations) இது பெரிதும் பயன்படுகிறது. இந்த தருக்க இயற்கணித செயல்முறைகள் கணிப்பொறியைக் கட்டமைப்பதற்கு பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பூலியன் இயற்கணிதத்தில் வரையறுக்கப்படும் தருக்க செயல்முறைகள் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகின்றன.

தருக்க செயல்	குறியீடு	வரையறை
AND	.	$A.A = A$ $A.0 = 0$ $A.1 = A$ $\overline{A.A} = 0$
OR	+	$A+A = A$ $A+0 = A$ $A+1 = 1$ $A+\overline{A} = 1$
NOT	-	$\text{NOT } A = \overline{A}$ $\overline{\overline{0}} = 1$ $1 = \overline{0}$

பிற பூலியன் தொடர்புகள் பின்வருமாறு

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

டீமார்கன் தேற்றம்

$$\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$$

அ.க.15-61அ

$$A+B = B+A$$

$$A+(B+C) = (A+B)+C$$

$$A+(B+C) = AB+AC$$

$$A+\overline{AB} = A$$

$$A+AB = A+B$$

$$AB = BA$$

$$A(BC) = (AB)C$$

$$A+BC = (A+B)(A+C)$$

$$A(A+B) = A$$

$$A(\overline{A+B}) = \overline{AB}$$

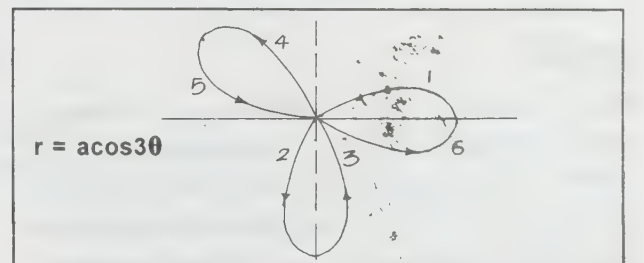
$$\overline{\overline{A}} = A$$

பூலியன் தொடர்புகள், கணிப்பொறியின் வாயில் சுற்றுகளுக்கு (gate circuits) உண்மை அட்டவணை (truth table) அமைப்பதற்கும் கார்ட்னோ வரைபடங்கள் அமைப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

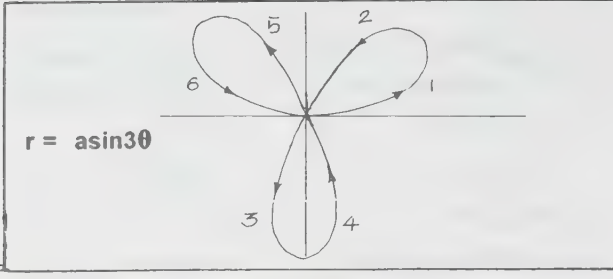
பெ. துரைசாமி

## பூ வடிவ வளைவரைகள்

$r = a \sin k\theta$  அல்லது  $r = a \cos k\theta$  என்னும் சமன் பாடுகளுக்கு  $\theta$  இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் வரையப்படும் வளைகோடுகள் பூ வடிவங்களில் அமைவதால் இவற்றைப் பூ வடிவ வளைவரைகள் (rhodonea curve) எனக் குறிப்பிடுகின்றனர்.  $k$  - ஒற்றை எண் ஆனால், வளை வரைவில்  $k$  இதழ்களும் இரட்டை எண் ஆனால்,  $2k$  இதழ்களும் இருக்கும். எடுத்தக்காட்டாக  $r = a \cos 3\theta$ ,  $r = a \sin 3\theta$  என்னும் சமன்பாடுகளுக்கு  $\theta$  இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் 0 விலிருந்து 2 வரை  $r$  இன் மதிப்பு 0 விலிருந்து  $\pm a$  வரை மாறி மாறி வரும். மூன்று இதழ்களையுடைய வளைவரைகள் கிடைக்கும்.

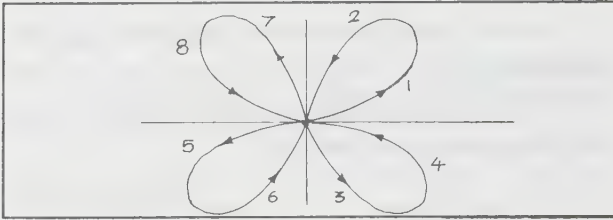


படம் 1.

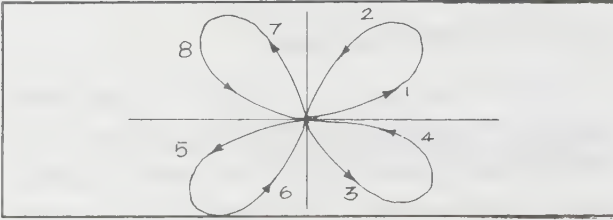


படம் 2.

இதே போல  $r = a \sin 2\theta$ ,  $r = a \cos 2\theta$  என்னும் சமன்பாடுகளுக்கு வரையப்படும் வளைகோடுகள் நான்கு இதழ்களைக் கொண்டவையாக இருக்கும்.



படம் 3.



படம் 4.

இவ்வாறாக  $r = a \sin k\theta$ ;  $r = a \cos k\theta$  என்னும் சமன்பாடுகளுக்கு k இன் மதிப்பிற்கேற்பப் பல இதழ்களைக் கொண்ட பூ வடிவ வளைகோடுகள் வரையலாம்.

பங்களும் கணேசன்

பொதுவாக இம்மரம் உயரம் குறைந்த இடங்களிலும் சமவெளியிலும் வளரும். இம்மரத்தை ஆங்கிலத்தில் சோப் நட் டிரீ (soap nut tree) என்பர். ஏனெனில் இதன் காய்கள் சோப்பைப் போல எண்ணெய்ப் பசையைப் போக்கக் கூடியவை.

பொதுவாக உத்திரப்பிரதேசம், மேற்கு வங்காளம், பீகார், போன்ற மாநிலங்களில் பூவந்தி சாலையோரத்தில் வளர்க்கப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி, பழனி மலைச்சாரல்களிலும், திருநெல்வேலி இலையுதிர் காடுகளிலும் ஆந்திரப்பிரதேசத்தில் நெல்லூர், ஸ்ரீ ஹரிகோட்டா காடுகளிலும் இது கொட்டைக்காகப் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இம்மரத்தின் பட்டை சாம்பல் நிறமாகவும் உதிரும் செதில்களாகவும் இருக்கும். இலைகள் யாவும் மாற்று இலை அமைவில் (alternate) அமைந்துள்ளன. இரு சிற்றிலையில் முடியும் சிறகுக் கூட்டிலை வகையைச் (paripinnately compound) சார்ந்தவை. ஒவ்வொரு மையக் காம்பிலும் இரண்டு அல்லது மூன்று இணை சிற்றிலைகள் உண்டு. காம்பின் நுனியில் உள்ள இரண்டு சிற்றிலைகள் ஏனையவற்றை விடப் பெரியவையாக இருக்கும் இலையடி செதிலற்றது.

மஞ்சரி. பானிக்கின் மஞ்சரி (panicle) வகையைச் சேர்ந்தது. பெரும்பாலும் இலையுதிர் காலத்தை அடுத்துக் கோடையில் இம்மரங்கள் பூக்கின்றன. மஞ்சரியில் ஒழுங்கான இருபால் மற்றும் ஒரு பால் வெளிர் நிற மலர்கள் (polygamous) காணப்படுகின்றன. அல்லி இதழ்கள் 4 - 5 உள்ளன. சில தாவரங்களில் அல்லிகளின் உட்புறத்தில் இணையாத வளரிகள் காணப்படுகின்றன. பூக்களைத் தேன்தட்டு அல்லிக்கும், மகரந்ததாள் வட்டத்திற்கும் இடையில் பிளவுகளுடன் காணப்படுகின்றன. மகரந்தத்தாள்கள் எட்டும் தனித்தவை. மகரந்தக் கம்பிகள் தனித்தவை. நுனியில் மகரந்தப்பைகள் உள்ளன. மேல்மட்டச் சூலகம் 2 - 4 இணைந்த சூலிலைகளாலானது. ஒரே தனித்த சூல் உள்ளது. ஆண் மலர்களில் மலட்டுச் சூலகங்கள் மூன்று, சூலகக் காம்புகளாக மேல்புறத்தில் தூவி நிறைந்து காணப்படுகின்றன. கனி சதைப்பற்றுடைய ட்ரூப் (drupe) வகையைச் சேர்ந்தது. 1 - 3 கனிகள் கொத்தாகத் தோன்று கின்றன. கனி முட்டை வடிவம் அல்லது உருண்டை வடிவம் பெற்றது. சதைப்பற்றுடைய கனித்தோல் ஆழ்ந்த சிவப்பு பழுப்பு வண்ணமுடையது. இத்துடன் நீர் சேர்த்தால் சோப் போன்று நுரைக்கும் தன்மை கொண்டது. உருளை வடிவ விதைகள் இரு தோல்கள் உடையவை. வெளித்தோல் கடினமாகவும், உட்தோல் சவ்வு போன்றும் உள்ளன.

## பூவந்தி

இதைப் பூவந்தி, பூதங்காய்க்கொட்டை, புண்ணாங் கொட்டை என்றும் குறிப்பிடுவர். இதன் தாவரவியல் பெயர் சேபிண்டஸ் டிரைஃபோலியேடஸ் (sapindus trifoliatu) ஆகும். இது சபின்டேசி என்னும் இருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த ஒரு மரமாகும். இலையுதிர் வகையைச் சார்ந்த இம்மரத்தின் பிறப்பிடம் தென்னிந்தியாவாகும்.



விதையிலை சதைப்பற்றுடனும், சமமற்றும், சுருண்டும், வேர்முனை கூர்மையாகவும் காணப்படும். பூவந்தி மரம் களிமண், சுக்கான் நிலங்களிலும் வெப்பநிலைக் காடுகளிலும் நன்கு வளர்கிறது. விதை மூலமாகவோ தண்டில் இருந்தோ வேரின் பகுதிகளில் இருந்தோ இம்மரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

பயன். பூவந்தி மரத்தின் உட்பகுதி ஆழ்ந்த மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். வண்டிகளுக்கு உறுப்புகள் செய்யவும், கோடாலி, மண்வெட்டி போன்றவற்றிற்குக் கைப்பிடி செய்யவும் இம்மரம் உதவும். அழகிய மர வேலைப்பாடு செய்யவும் இது பயன்படுகிறது. இலை, தழைகள் வயல்களில் உரமாகப் போடப்படுகின்றன. பூவரசு வேர் இவற்றிலிருந்து



பூவந்தி (*Sapindus trifolius*)

எடுக்கப்படும் சாறு கறவைப் பசுக்களுக்கு வயிற்றில் உண்டாகும் புழுவை அகற்றக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதன் பூவில் உண்டாகும் மது, தேனீக்களைக் கொல்லும் ஆற்றல் உடையது. மரப்பட்டை வேரிலிருந்து எடுக்கும் சாறு, மீன்களை கொல்லும். விதையில் தோல் கடினமாகவும் கறுப்பாகவும் உள்ளது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் சாயம், கம்பளி பட்டுப் போன்ற பொருள்களில் சாயம் ஏற்ற உதவுகிறது. பதனிட்ட தோல்களிலும் இந்தச் சாயம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மரச்சாமான்களுக்கு இச்சாயம் பூசப்படுகிறது. பூவந்தி காயிலிருந்து கிடைக்கும் நுரை தலை முடியிலுள்ள பிசுக்கைப் போக்க உதவுகிறது. துணிகளின் அழுக்கைப் போக்குவதில் சோப்பிற்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது. தங்க நகை செய்வோர் நகைகளுக்கு மெருகூட்டிப் பளபளப்பாக்க நீண்ட காலமாக இதன் நுரையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பட்டு, கம்பளி போன்ற மென்மையான துணிகளைச் சலவை செய்ய இந்த நுரை துணை புரியும். ஏலக்காயின் நிறத்தைக் கூட்டுவதற்கு இந்நுரையைக் கொண்டு கழுவலாம்.

பூவந்திக் காய்களில் நுரையுடன் D.D.T ஐ கலந்து பயிர்களுக்குத் தெளித்தால் காளான், பூச்சி ஆகியன அழியும். உமிழ்நீர் மிகையாகச் சுரத்தல், வலிப்புப் போன்ற நோய்களுக்கு பூவந்திக் காயிலிருந்து மருந்து தயாரிக்கப் படுகிறது. இதன் விதையைப் பொடி செய்து பல் நோய்களைக் குணப்படுத்தும் மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம்.

பூவந்திக் குடும்பம் (Sapindaceae). இக்குடும்பம் இரு வித்திலை வகுப்பில் பாலிபெடாலே எனப்படும் துணை வகுப்பில் டிஸ்சிப்ப்ளோரே என்னும் வரிசையில் உள்ள சேபின்டேலிஸ் என்னும் துறையில் அமைந்துள்ளது. இக்குடும்பத்தில் காணப்படும் பேரினங்கள் 150, சிற்றினங்கள் 2000 ஆகும். இக்குடும்பத் தாவரங்கள் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலும் துணை வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலும் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

வளரியல்பு. இக்குடும்பத்தில் பெரும்பாலான தாவரங்கள் மரங்களாகவும், புதர் செடிகளாகவும் உள்ளன. ஸெர்ஜானியா, பால்லினியா ஆகியவை பெருங்கொடிகளாகும். இவற்றின் தண்டுகள் இரண்டாம் வளர்ச்சியைப் (secondary thickening) பெற்றவை. முடக்குத்தானில் மஞ்சரிக் காம்பு (peduncle) பற்று கம்பியாகப் (tendrils) பற்றி ஏறுவதற்குப் பயன்படுகிறது. இக்குடும்பத் தாவரங்களில் சிலவற்றில் தண்டு லேட்கஸ் அல்லது ரெசினைக் கொண்டுள்ளது.

இலைகள். தனிஇலை, மாற்று இலை அமைவுடையது. எ.டு: விராலி. சில தாவரங்களில் இறகுக் கூட்டிலை (pinnately compound) சாபின்டஸ் தாவரத்தின் இறகுக் கூட்டிலைக் காம்பு இறகு போன்ற வளர்ச்சியுடையது.

மஞ்சரி. சைமோஸ் (cymose) பிரிவில் பொதுவாகக் ஹெலிகாய்ட்சைம் வகை அல்லது சின்சின்னஸ் வகை காணப்படும்.

மலர். பூக்காம்புச் செதில் பூவடிச் செதில் பெற்ற ஒருபால் அல்லது இருபால் மலராகும். பெண் பூக்களில் மகரந்தத்தாள் உள்ளது. ஆனால் மகரந்தப்பை வெடிப்பதில்லை. பூக்கள் ஒழுங்கானவையாகவோ, ஒழுங்கற்றதாகவோ ஐந்தங்க அல்லது நான்கு அகவகையைச் சார்ந்தவை.

புல்லி வட்டம் (Calyx). ஐந்து இணையா புல்லி இதழ்கள் உடையது. அடுக்கு இதழ் அமைப்புடையது.

அல்லி வட்டம் (Corolla). தொடு இதழ் அமைப்புடையது. ஐந்து இணையா அல்லி இதழ்கள் ஒத்த அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவமுள்ளவை. தேன் சுரப்பிகள் மகரந்தத்தாள் வட்டத்திற்கும் அல்லி வட்டத்திற்கும் இடையில் உள்ளன.

சேன்தோசிராஸ் (Xanthoceros). ஐந்து சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை காம்பு போன்ற நீட்சியுடையவை. முடக்குத்தானில் அல்லி இதழ்களின் மேல், தூவிகள் (appendages) போன்ற வளர்ச்சிகள் காணப்படுகின்றன.

மகரந்தத்தாள் வட்டம் (Androceium). 10 மகரந்தத்தாள்கள் 5 + 5 ஆக இரண்டு வரிசையில் உள்ளன. சில தாவரங்களில் 8, 5 அல்லது 4 மகரந்தத் தாள்கள் மட்டும் உள்ளன. மகரந்தத்தாள்கள் தேன் சுரப்பிகளிலோ (disc) அதன் மேலோ செருகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தபை இரண்டு அறையுடையது. ஆண் மலர்களில் மலட்டுப் பெண் பகுதி (pist) உள்ளது.

சூலகம் (Gynoecium). மூன்று சூலக இலைகள் இணைந்த மூன்று சூல் அறைகள் கொண்ட மேல்மட்டச் சூல்பை (superior ovary) உண்டு. இது சுவர் ஒட்டு முறையிலும் அமைந்துள்ளது. சூலகத் தண்டு ஒன்று உண்டு. அரிதாக 2 - 4 சூலகத்தண்டுகள் சில தாவரங்களில் உண்டு.

கனி. உலர் வெடி கனி வகையிலோ, நட், ஸ்மாரா என்னும் வெடியாக் கனி (capsule) வகையிலோ



அமைந்துள்ளன. முடக்குத்தான் சேத்தோசிராஸ் ஆகியவற்றில் காற்று அடைக்கப்பட்ட வெடிகனி வகையாகும்.

### முளைசூழ் தசை

விதை. எரில் உடையது. முளைசூழ்தசை (endosperm) அற்றது; வளைந்த கருவுடையது.

### பொருளாதார சிறப்புடைய பூவந்திக் குடும்பத் தாவரங்கள்

நுரைப்புங்குத் (*sapindus emarginatus*) தாவரக் கனியில் சோபானின் மிகுதி. இது இந்தியன் சோப்பு எனக் கூறப்படுகிறது. பட்டுப் போன்ற உயர் துணிகளில் உள்ள அழுக்கு எண்ணெய்ப் பசையை எடுக்க இது பயன்படுகிறது. முடக்குத்தான் எனப்படும் கொடி (*cardiospermum halicacabum*) காதுவலி, முடக்குவாதம் போன்ற நோய்களுக்கு ஆயுர்வேத மருத்துவ முறையில் பயன்படுகிறது.

விராலியின் (*Dodonaea viscosa*) பட்டையிலும், இலையிலும் டேன்னின் மிகுதி. இது தோலைப் பதப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. லிட்சி சைனென்சிஸ் என்னும் தாவரம் (*litchi chenensis*) சீனாவில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது. இதன் விதையிலுள்ள ஏரில் என்னும் மென் பகுதி உணவாக உட்கொள்ளப்படுகிறது. பிளைகியா ஸாபீடா (*blighia sapida*) என்னும் தாவரமும் ஏரில் என்னும் மென் பகுதிக்காகப் பயிரிடப்படுகிறது. சிலோன் ஒக் (*sahleichera triguca*) விதையில் எடுக்கப்படும் எண்ணெய் விளக்கு எரிப்பதற்கும் சோப் நறுமணப் பொருள் ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. இம்மரம் பூச்சியின் (*lac insect*) வளரிடமாக விளங்குகிறது.

கோ. கோபாலன்

### பூவரசு

இதைக் கல்லால் பூப்பருத்தி, புவிராசன், அர்த்தநாரி, ஈஸ்வரம், பம்பர்க்காய், பூவரசமரம், பூளம் என்றும் குறிப்பதுண்டு. இதன் தாவரவியல் பெயர் தெஸ்பீசியா பாபுல்னியா (*Thespesia populnea*) ஆகும். இதற்கு ஹைபிஸ்கஸ் பாபுல்னியா (*Hibiscus populnea*) என்னும் பழைய பெயருமுண்டு. மால்வேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இம்மரத்தைக் குளக்கரைகளிலும் தோட்டங்களிலும் பூங்காக்களிலும் வளர்ப்பதுண்டு. பூங்காக்களின் இதன் அழகான பகட்டான

மஞ்சள் நிறப் பூக்களுக்காக விரும்பி வளர்கின்றனர். இதன் தாவரப் பெயரில் தெஸ்பீசியா என்பது தெய்வீகமானது என்னும் பொருள்படுவதாகவும், பாப்புல்னியா என்பது ஐரோப்பாவின் பாப்புலர் (*popular*) மரத்தின் இலை வடிவத்தை ஒத்திருப்பதைக் குறிப்பதாகவும் கூறப்படுகிறது. இம்மரம் கிளைத்துத் தழைத்துக் குடை வடிவத்தைத் தருவதால் அம்பரெல்லா என்னும் பெயரையும் பெற்றது. இம்மரத்தை இந்தியாவின் வெப்பப் பகுதிகளிலும் கடற்கரையோரங்களிலும் அந்தமான் தீவுகளிலும் பெரும் எண்ணிக்கையில் காணலாம்.

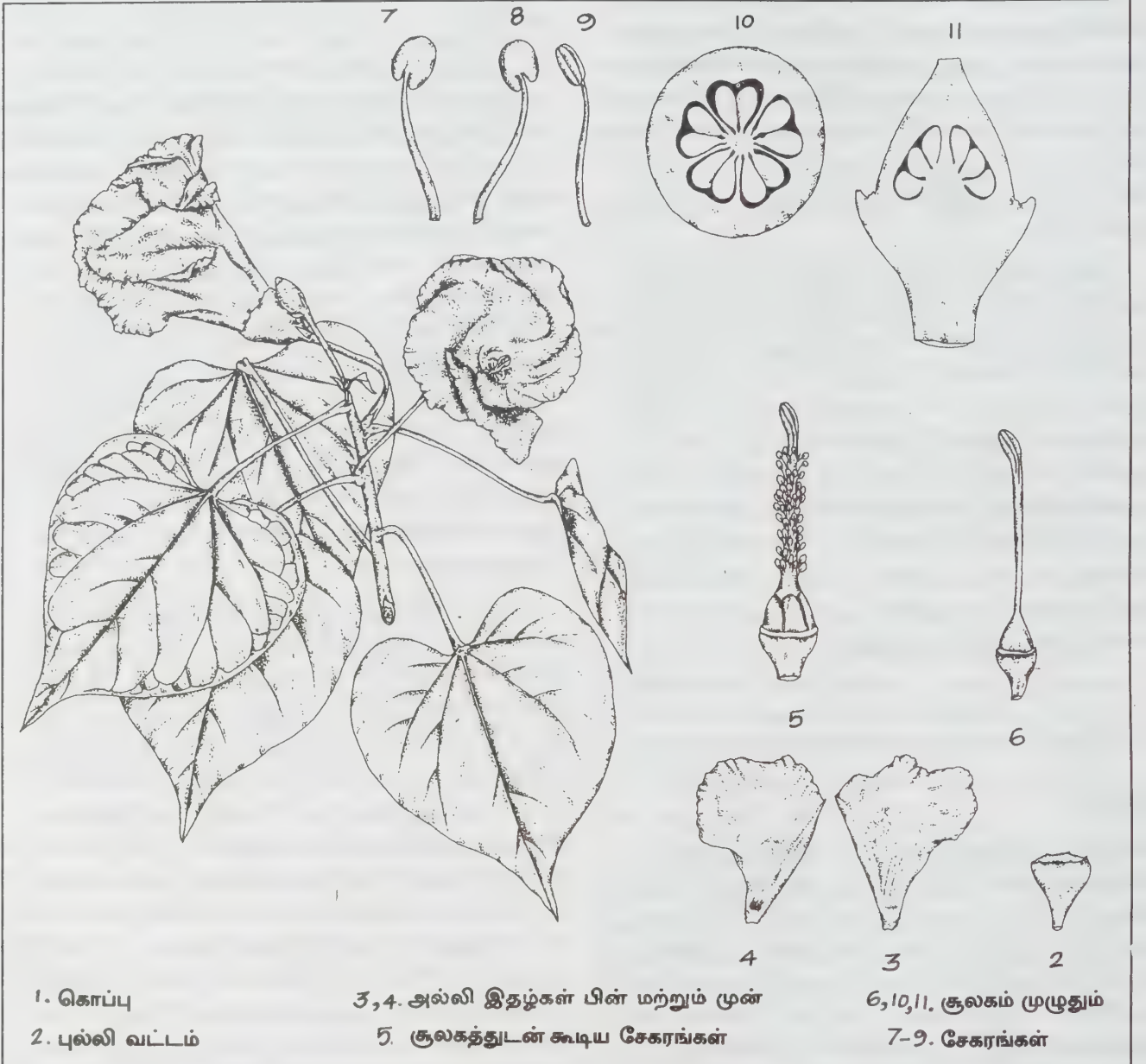
இந்தியா, மியான்மர், மலேயா, ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் பூவரசு மரத்தைச் சாதாரணமாகக் காணலாம். வறட்சிக்கேற்ற மரங்களுள் ஒன்றான இம்மரத்தை இந்தியாவில் தமிழ்நாடு, கேரள மாநிலங்களில் பெரும்பரப்பில் காணலாம். இம்மரம் எப்போதும் தழைத்துப் பசுமையான தோற்றத்தைத் தருகிறது. களாந்திலத்திலும் வளரக்கூடியது. கை கன அளவுள்ள மரப் போத்துக்கோள வெட்டி ஜூன், ஜூலை மாதங்களில் நட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். மரக்கட்டை வெள்ளையாகவும் இளமஞ்சள் கலந்த நிறம் அல்லது இளஞ்சிவப்பு நிறம் கலந்தும் காணப்படும். மரம் காற்றுப்பட்டதும் சற்றுப் பழுப்பாக மாறும். இது கடினமாகவும், உறுதியாகவும் இருக்கும். நீண்ட காலம் உழைக்கும் இம்மரத்தை நன்கு இழைக்கலாம். இது கரையானால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் கோந்து பழுப்பு நிறமாயிருக்கும். இது நீரில் கரையாது. ஆனால் நீரில் உப்புக்கிறது. இதன் வேர் நச்சுத் தன்மையுடையது.

வளரியல்பு. அடர்த்தியாகக் கிளைத்தும் விரைவிலும் வளரக்கூடிய மரங்களுள் பூவரசும் ஒன்று. என்றும் பசுமையாக இருக்கும் இம்மரம் 18 மீ. உயரமும் 1.2 மீ. பருமனும் வளரக்கூடியது. கிளை மற்றும் அடித்தண்டின் மீது வெடிப்புடன் கூடிய சாம்பல் நிறப்பட்டையைக் காணலாம். மரத்தின் இளம் பகுதிகள் கேடயம் போன்ற செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். இதய வடிவில் காணப்படும் கரும்பச்சை நிற, தடித்த இலையின் அடிப்பகுதியில் 7 நரம்புகளைக் காணலாம். இலையோரம் முழுமையாகவும், நுனி கூராகவும் உள்ளன. இலைக்காம்பு 4 - 7 செ.மீ. நீளமானது. இலையடிக்கிதல்கள் உண்டு. பூக்கள் இலைக்கோண தனி சைம், பூக்காம்பின் நீளம் 4 செ.மீ. புறப்புல்லிகள் 3 - 5 ஆகும். புல்லிக்குழல் கோப்பை வடிவில் விறைப்பாக இருக்கும். பல் போன்ற இதன் மடல்கள் ஐந்தும் நுண்ணியவை. புல்லிகள் தளர்ந்த உறையுடன் முழுமையாக இருக்கும். அல்லிகள்

ஐந்தும் திருகு அமைப்பில் உள்ளன. இலை மஞ்சள் நிறத்தில் உள் பக்கத்தின் அடியில் பொட்டுப் போன்ற சிவப்புப் புள்ளியுடன் தலைகீழ் முட்டை வடிவில் உள்ளது. ஓரங்கள் காகிதம் போன்றிருக்கும். அல்லி இதழ்களின் மேல் ஓரம் அழகாக நெளிந்துக் காணப்படும்.

மகரந்தக் காம்புக் குழாய் 2.5 செ.மீ. நீளமும், மகரந்தக் கம்பி 3.மி.மீ. நீளமும் இருக்கும். மகரந்தக் காம்புக் குழாய்

முடிவில் பற்களுடன் இருக்கும். கற்றையான மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை. மகரந்தத்தாள்கள், மகரந்தக்குழல் முழுவதின் மீதும் காணப்படுகின்றன. மகரந்தப்பைகள் ஒளிரும் பொன் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். சூலகப்பை 5 அறைகளையுடையது. ஒவ்வோர் அறையிலும் மூன்று சூல்கள் காணப்படும். சூலகமுடி ஐந்தாகப் பிரிந்திருக்கும். இவை ஒவ்வொன்றும் குண்டாந்தடி உருவில் இருக்கும்.



பூவரசு (*Thespesia populnea*)



பூக்கள் உதிரும்போது மஞ்சள் நிறம் மங்கிக் கருஞ்சிவப்பு அல்லது இளம் சிவப்பாக மாறி, பின் உதிர்ந்து விடுகின்றன. காலையில் மலர்ந்த பூக்கள் மாலையில் மூடிக்கொள்கின்றன. பூக்களை மரங்களில் ஆண்டு முழுவதும் காணலாம். ஆனால் குளிர்காலத்தில் பெரும் எண்ணிக்கையில் பூக்கின்றன. உருண்டையான வெடிக்கனி (capsule) வகையைச் சேர்ந்தது. புல்லி வட்டக் கோப்பையில் தாங்கப்பட்டு இது முதலில் பச்சையாகவும், பின்னர் பழுப்பாகவும் முடிவில் கறுப்பாகவும் மாறிவிடும். கடினமான வெடிக்காத கனி பழுப்பு நிறமானது. தட்டையான விதைகள் முட்டை வடிவானவை. ஒவ்வொரு கனியிலும் 5 - 15 விதைகளைக் காணலாம்.

பயன். பூவரசு மரத்தை அழகுக்காகவும் நிழலுக்காகவும் வளர்ப்பதுண்டு. இம்மரம் மாதாக் கோயில்களிலும், வாய்க்கால் ஓரங்களிலும் விரும்பி வளர்க்கப்படுகிறது. இலைகளைச் சேகரித்து நன்செய் நிலங்களுக்குப் பசுந்தழை உரமாக இடுவதுண்டு. இதனால் களர்நிலம் திருந்தி சிறந்த நிலமாகி மிகு விளைவைத் தரும். இதன் தழைகளை ஆடுகள் தின்கின்றன. நேரான கிளைகளை வெட்டிக் குடிசைகளுக்கும், கொட்டகைகளுக்கும் கவைக் கால்களாகப் பயன்படுத்தலாம். இம்மரத்தைப் பலகைகளாக அறுத்துப் பெட்டி, வண்டிச் சக்கரம், படகு, நாற்காலி, வண்டி, துப்பாக்கிக் கட்டை, வேளாண் கருவி, விட்டம், இசைக்கருவி ஆகியவற்றைச் செய்யலாம். மரத்தை விறகாகப் பயன்படுத்தலாம். உறுதியான இம்மரக்கட்டை நீரால் பாதிக்கப்படாது. இதன் நார் கயிறாகப் பயன்படுகிறது. பட்டையிலிருந்து சிவப்புச்சாயம் தயாரிக்கலாம். இதன் இலை, பூ, காய், விதை, பட்டை, வேர் முதலியவை மருந்தாக உதவுகின்றன. இம்மரப்பட்டைக்கு உடலை உறுதியாக்கும் தன்மை உண்டு. குருதிச் சீத பேதிக்கும் இது உதவும்.

மடகாஸ்கர், ஃபிலிப்பைன்ஸ் நாடுகளில் பட்டைச் சாற்றைப் பயன்படுத்திக் குருதிச் சீத பேதியைக் குணப்படுத்துவர். சொறி, சிரங்கு போன்ற தோல் நோய்களும் இதனால் விலகும். மரப்பட்டையை உலர்த்தித் தீயிலிட்டு எரித்து அதன் சாம்பலைத் தேங்காய் எண்ணெயில் குழப்பிச் சொறி, சிரங்கு கரப்பான் உடல் அரிப்பு உண்டாகும் பகுதி ஆகியவற்றின் மீது தடவி வர விரைவில் குணம் தெரியும். பட்டைச் சாறை நாள்தோறும் இருவேளை அருந்திவரக் காணாக்கடி நீங்கும். இச்சாறைக் கொண்டு புண்களைக் கழுவலாம். பூவரசு மர வேர் நாட்பட்ட குட்டம், எச்சில் தழும்பு ஆகியவற்றைப் போக்கும். இம்மரப்பட்டையைச் சிறு சிறு துண்டுகளாக

வெட்டி சுண்டக்காய்ச்சிக் குளிரவைத்து நாளும் 3 - 4 முறை தர நன்கு மலம் கழியும். இதனால் காணாக்கடி நஞ்சு, பெருவயிறு, வீக்கம் நீங்கும். இலையும் வேரும் தோல் நோய்களுக்கு உதவும். பச்சை இலைகளை வதக்கிக் வீக்கம் மீது கட்டி வர அவை கரையும். மூட்டு வீக்கத்திற்கும் இதைப் பயன்படுத்தலாம். பூக்காம்பிலிருந்து வடியும் மஞ்சள் நீர்மத்தைப் பூச்சி பூராண் கடித்த இடத்தில் தடவிவரக் குணமாகும். சொறிக்கு பூ மொட்டுகளை நசுக்கி அச்சாற்றை நெற்றியில் தடவ ஒற்றைத் தலைவலி போகும். சுளுக்குக்கும் இதைத் தடவலாம்.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பூவன் மரம்

இதைப் பூவமரம், பூவம், பூவந்தி, கும்பாதிரிமரம் என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர், ஷ்லிச்செரா டிரைஜுகா (schleichera trijuga) என்பதாகும். ஸ்லிச்செரா ஒலியோசா என்பது இதன் இணை தாவரப்பெயர். இது சேபின்டேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. ஒலியோசா என்னும் சிற்றினப் பெயர், 'எண்ணெய் உடைய' என்னும் பொருள்படும் இம்மரத்தின் விதையில் எண்ணெய் உள்ளது என்பதை இது உணர்த்துகிறது. இந்தியா, மியான்மர், ஜாவா, தாய்லாந்து, இந்தோனீசா, மலேசியா; ஸ்ரீலங்கா ஆகிய நாடுகளில் இம்மரத்தைக் காணலாம். இந்தியாவில் முழுவதும் இம்மரம் வளர்ந்திருக்கிறது. இந்தியாவிலுள்ள சிறந்த அரக்கு மரங்களுள் இதுவும் ஒன்று. இதில் கிடைக்கும் அரக்கு மதிப்பு மிகுந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இந்தியாவில் கேரளா, கர்நாடகம், ஆந்திரப்பிரதேசம், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் பெரும் எண்ணிக்கையில் காணப்படுகிறது. தமிழகத்தில் மதுரை, சேலம், கோயம்புத்தூர் மாவட்டங்களிலுள்ள காடுகளில் பூவன் மரத்தைப் பரவலாகக் காணலாம்.

வளரியல்பு. இம்மரம் 10 - 25 மீ. உயரம் வளரும். இதன் அடிமரம் 2.5 - 4 மீ. குறுக்களவிருக்கும். இது ஓர் இலையுதிர் மரம். இதன் மரப்பட்டை சாம்பல் அல்லது பழுப்பாக இருக்கும். இதன் உள்பகுதி சிவப்பாகவும் 3 மி.மீ. தடிப்பாகவும் இருக்கும். மாற்றடுக்கத்தில் உண்டாகும் கூட்டிலைகள் 20 - 40 செ.மீ. நீளமானவை. நீள்சதுர, முட்டை வடிவச் சிற்றிலைகள், ஓரளவு எதிரெதிரே இருக்கும். இலை தோல் போன்றது. இலை நரம்புகள் வலை போல் பின்னப்

பட்டிருக்கும். கம்பருகு சிறிறிலைப்பகுதி ஆப்பு வடிவம் அல்லது இதய வடிவிலிருக்கும் .

இலையோரம் முழுமையானது. இதன் நுனி மழுங்கி இருக்கும். இலைக் காம்பின் நீளம் 8 செ.மீ. பூக்கள் பானிக்கிள் மஞ்சரியில் கிளை நுனியிலிருந்து தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சரி 15 செ.மீ. நீளமானது. ஒழுங்காண் பூக்கள், மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறமானவை. பூவின் இதழ்கள் பாஸேட்டு

மஞ்சள் நிறத்தில் முக்கோண வடிவில் தொடு இதழ் அமைப்பில் உள்ளன. இதன் வட்டத்தட்டு தட்டையாக இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் 7 அல்லது 8 வட்டத்தட்டில் சொருகப் பட்டிருக்கும். மகரந்தக்கம்பி 1.5 மி.மீ. நீளத்தில் தனித்தனியாகப் பிரிந்திருக்கும். மகரந்தப்பை நீள் சதுரமானது. மலட்டுச் சூலகம் சிறிது. இருபால் பூவின் சூல்பை 2 மி.மீ. அளவிலும் மூன்று திசுவறைகளினைக் கொண்டும்



பூவன் மரம் (Schleicheria trijuga)



இருக்கும். சூல் ஒன்று கீழ்சூல் அமைப்பில் உள்ளது. சூலகத்தண்டு உருண்டையானது. 2 மி.மீ. நீளமானது. சூலகமுடி இரண்டு அல்லது மூன்றாகப் பிளவுற்றிருக்கும். கனி முட்டை வடிவில் பல கடினமான முனை மழுங்கிய முள்களைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு காயிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு பழுப்பு நிற முட்டை வடிவ விதைகள் உள்ளன. இவை 1 செ.மீ. அளவுடனும், சதைப்பற்று நிறைந்த பத்திரியுடனும் இருக்கும். வித்திலைகள் ஒன்றையொன்று அணைந்து சமயில்லாமலிருக்கும். இம்மரத்தின் இலைகள் ஜனவரி மாதத்தில் உதிர்கிறது. புதிய இலைகள் மார்ச் மாதத்தில் உண்டாகின்றன. தளிர் இலைகள் சிவப்பான சாயலுடனும் பின்பு இலை முதிர்ந்த பச்சை நிறமாகவும் மாறுகின்றன. இம்மரத்தில் பூக்களை மார்ச்- ஏப்ரலில் காணலாம். கனிகள் ஏப்ரல் - மேயில் தோன்றும். ஜூலை - ஆகஸ்டு மாதங்களில் இவை முற்றுகின்றன.

வளர்ப்பு முறை. இம்மரம் மணற்பாங்கான நிலத்திலும், இரும்பகக் களிமண் நிலத்திலும் வடிகால் வசதியுள்ள நிலத்திலும் சற்று அமிலத்தன்மையுள்ள நிலத்திலும் செழிப்பாக வளரும். இம்மர நிழலின் அதிக வெப்பநிலை 35-47.5°C; குறைந்த வெப்பநிலை 2.5 - 17.5°C ஆகும். மழையளவு 750 - 2500 மி.மீ. உள்ள பகுதிகளில் வளர்க்க ஏற்றது. இது உறைபனி, வறட்சி ஆகியவற்றைத் தாங்கி விரைவாக வளரும் மரம். இம்மரத்தை விதை மற்றும் வேர்க்கன்று மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். கனிகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புதிய விதைகளே நன்கு முளைக்கின்றன. விதைகளை முளைப்புத்திறன் கெடாமல் சணல் சாக்கில் ஓராண்டும் காற்று புகா மண்ணில் ஈராண்டும் சேமித்து வைக்கலாம். 1 கி.கி. விதையில் 1500 - 2000 விதைகள் அடங்கியிருக்கும். பொதுவாக விதையின் முளைப்புத்திறன் 58% மட்டுமே. விதையிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட நாற்றுகளைப் பனியின் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாத்து பின் 30 x 30 x 30 செ.மீ. அளவுள்ள குழிகளில் மழைக்காலத்தில் நடுவதுண்டு. நடப்பட்ட கன்றுகளைக் கால்நடைகளிலிருந்து பாதுகாப்பதுடன் அவ்வப்போது அவற்றிற்கு அருகிலுள்ள புற்களையும் களைந்து அழிக்க வேண்டும். நட்ட 16 ஆண்டுகளில் 7 மீ. உயரமும் 40 செ.மீ. கனமும் உள்ள தண்டு கிடைக்கும்.

நோய்ப் பூச்சிகள். இம்மரத்தில் வெள்ளை மெத்தழுகல் (white storgy rot) டேடெலியா ஃபிளேவிடா (daedalea flayida), ஹெக்சகோனியா எபியாரியா (hexagonia apiaria) என்னும் பூசணங்களாலும் வெள்ளைச் சல்லிவேரழுகல் (white fibrous rot), இர்பெக்சு

ஃபிலேவஸ் (irpex flavus) என்னும் பூசணத்தாலும் உண்டாகிறது. ரோசெல்லினியா பியூனோடஸ் (rosellinia bunodes) என்னும் பூசணம் மஞ்சள் தக்கையழுகல் (yellow cork rot) நோயையும் ஏற்படுத்துகின்றன. செரினிகா அங்கர் (serinetha angur) என்னும் நாவாய்ப்பூச்சி விதையின் தோலைத் துளைத்து உள்ளிருக்கும் எண்ணெய்ப் பசை நிறைந்த வித்திலைகளை உண்டு அழிக்கிறது. இம்மரத்தில் காணப்படும் பூச்சி நோய்கள் பேரழிவேற்படும் அளவில் காணப்படாமையால் இவற்றிற்குக் கட்டுப்பாட்டு முறை வகுக்கப்படவில்லை.

பயன். இம்மரத்தின் கொழுந்து இலைகளைக் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகத் தரலாம். இலையில் புரதம், கால்சியம், பாஸ்பரஸ் போன்றவை உள்ளன. இலையில் கேல்லோடோனிக் அமிலம் உள்ளது. பட்டையில் டேனின் உள்ளது. பூக்களிலிருந்து சாயம் தயாரிக்கலாம். தேனீக்கள் தேன் சேகரிக்கும் மரங்களுள் இதுவும் ஒன்று. இம்மரத்திலிருந்து முதல் தரமான அரக்கு (kusumix lac) தயாரிக்கப்படுகிறது. சோட்டா நாகபுரி, ஓரிஸ்ஸா, மத்தியப்பிரதேசம், தமிழ்நாடு, பீகார், கர்நாடக மாநிலங்களில் சில பகுதிகளில் ஜனவரி- பிப்ரவரி, ஜூன்-ஜூலை மாதங்களில் அரக்கு 'அறுவடை' செய்யப்படுகிறது. இம்மரத்தின் விதைகளிலிருந்து பெறப்படும் எண்ணெய்க்கு மகஸ்ஸர் எண்ணெய், குசும், பருப்பு எண்ணெய் என்று பெயர். சாதாரணமாக மரத்திலிருந்து மே - ஜூலையில் கிளை களினை வெட்டிக், கனிகளை அறுவடை செய்து, விதைகளைத் தனித்தெடுப்பர். ஒவ்வொரு மரத்திலிருந்தும் 28 - 37 கி.கி. கனிகள் கிடைக்கும். விதைகளை நன்கு கழுவி உலர்த்திச் சேமிப்பது வழக்கம்.

இளம்கனிகளை ஊறுகாய் செய்து உண்பதுண்டு. பழுத்த கனிகளின் விதையைச் சுற்றியுள்ள வெண்மையான சதை வெள்ளையாகப் புளிப்பாக மணமுடன் இருக்கும். கோடைக் காலத்தில் குளிர்ச்சி தர இதனை உண்பர். விதைகளை வறுத்தும் உண்பதுண்டு. இம்மரக் கட்டை உறுதியாகவும் நீடித்து உழைப்பதாகவும் உள்ளது. மென்மரம் வெள்ளையாகவோ இளம் பழுப்பு நிறத்திலோ இருக்கும். வைரக்கட்டை இளஞ்சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறமானது. இம்மரத்தைப் பச்சையாகவே பலகைகளாக்க வேண்டும். இம்மரம் கரையானால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இம்மரத்தைக் கொண்டு எண்ணெய், சர்க்கரை, அரிசி ஆலைகளுக்குப் பயன்படும் உலக்கை, வண்டிச்சக்கரக்குடம், சக்கரத்தின் புறச்சுற்றுவட்டம், வயலின், வேளாண் கருவிகளான நுகத்தடி, கலப்பை, கைப்பிடி முதலியவற்றை செய்வதுண்டு. செதுக்கு

வேலைக்கும் இது பயன்படும். கோடாரி, குந்தாலி (pick axe) முதலியவற்றின் கைப்பிடி செய்யவும், பெட்டி முதலியவற்றைச் செய்யவும் இதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர். மரத்தைப் பிளந்து விறகாக எரிக்கலாம். மென்மரம் கி.கி. க்கு 4950 கலோரி வெப்பத்தையும், வைர மரப்பகுதி 4928 கலோரி வெப்பத்தையும் தரும். இம்மரக்கூழ் கடுக்காய் மரக்கூழுடன் சேர்த்து, அட்டை, அச்சுக்காகிதம் தயாரிக்கப் பயனாகிறது. இம்மரத்தின் விதையெண்ணெய் அரிப்பு, வலி, சுட்ட புண்களைக் குணமாக்கும். விதைகளைப் பொடித்துக் கால்நடைகளின் புண்களில் உண்டான ஈ வகைப் புழுக்களை அழிக்கும். பட்டை அரிப்பு, முதுகு வலி, இடுப்பு வலி, வீக்கம், புண்களை ஆற்றும். முறைக் காய்ச்சலைப் போக்கப் பட்டைச்சாறு உதவுகிறது.

கோ. அர்ச்சுணன்

## பூ வாய்பாடு

ஒரு பூவின் அனைத்து பண்புகளையும் குறியீட்டுச் சொல் அலகுகளால் வெளிப்படுத்தலே பூ வாய்பாடு (floral formula) ஆகும். எண்ணற்ற சொற்களில் ஒரு பூவின் குணங்களையும், அமைப்பையும் விவரிக்க வேண்டி வரும். இதைத் தவிர்த்துச் சுருக்கமாகக் கூறப் பூ வாய்பாடு பயன்படுகிறது. முதல் முதலாக இவ்வாய்பாட்டு முறையை அறிவித்தவர் எப். இ. கிளமன்ஸ் ஆவார். இவர் ஒரு பூவின் உறுப்புகளான பூக்காம்புச் செதில், அல்லி, புல்லி வட்டங்கள், மகரந்தக் கேசரம், சூலகம் போன்றவற்றைக் குறியீட்டு எழுத்துகளால் குறிப்பிட்டார். மேலும் பூவின் பாலினத்தையும், ஒழுங்கானவை, ஒழுங்கற்றவை போன்ற பண்புகளையும் குறியீடுகளால் அறிவுறுத்தினார். ஒவ்வொரு சிற்றினப் பூவின் பண்புகளையும் இக்குறிப்பினால் தெளிவுறுத்த முடியும். இதே போல் பேரினங்களையும் குடும்பப் பூவின் பண்புகளையும் வெளிப்படுத்த முடியும். ஒவ்வொரு குடும்பத்திலும் உள்ள இன வேறுபாட்டை அறிய இம்முறை பெரிதும் பயனாகிறது.

வாய்பாடு அமைவது ஒரு பூவின் பல்வேறு இயல்புகளைப் பொறுத்ததே. இந்த இயல்புகளைக் கீழ்க்காணும் குறியீடுகளால் அறிய முடியும்.

⊕ பூ ஆர்ச் சமச்சீருடையது/ ஒழுங்கானது

% பூ சமச்சீர்ற்றது/ ஒழுங்கற்றது

♀ இருபால் பூ

♂ ஆண் பூ

♀ பெண் பூ

(P) புல்லிகள் இணைந்தவை

P புல்லிகள் பிரிந்தவை

(A) அல்லிகள் இணைந்தவை

A அல்லிகள் பிரிந்தவை

அ-----ம மகரந்தக் கேசரங்கள் அல்லியுடன் இணைந்தவை

பூவி-----ம பூவிதழ்கள் (perianth) மகரந்தக் கேசரங்கள் இணைந்தவை

சூ (2) 2 சூலிலைகள் இணைந்த சூல்பை மேல் மட்டச் சூலகம் (superior ovary)

சூ 2 2 சூலிலைகள் விலகி நிற்பவை. கீழ்மட்டச் சூலகம் (inferior ovary)

இவை தவிர பூ செ (Br), பூகா செ (Brl) என்றும் சொற்கள் பூவடிச் செதிலையும், பூக்காம்புச் செதிலையும் குறிப்பிடுவன. இவற்றைப் பூ செ, பூ கா செ எனச் சுருக்கிக் கொள்ளலாம்.

## சான்றுகள்

கடுகு	⊕ ♂ P <sub>2+2</sub> A <sub>4</sub> M <sub>4+2</sub> சூ (2)
சணப்பு	பூவசெ, பூகாசெ, ♀ P <sub>(5)</sub> A <sub>(5)</sub> 4 <sub>(10)</sub> சூ <sub>1-</sub>
மயிற் கொன்றை	பூவசெ% ♀ P <sub>(5)</sub> A <sub>(5)</sub> 4 <sub>10</sub> சூ <sub>1-</sub>
ஈக்கோரா	பூவசெ⊕ ♀ P <sub>(4)</sub> A <sub>(4)</sub> M <sub>(4)</sub> சூ <sub>(2)</sub>

இவ்வாறு குறியீட்டுச் சொல் மற்றும் எண்களைக் கொண்டு, ஒரு பூவின் அனைத்துப் பண்புகளும் தெளிவாகப் பூ வாய்பாட்டால் விளக்கப்படுகின்றன. பூ வாய்பாட்டில் புல்லிதழ்கள், அல்லிதழ்கள், பூவில் அமைந்துள்ள தன்மை, மகரந்த பைகளின் எண்ணிக்கை, மகரந்தப் பைகள், உள்நோக்கியோ, வெளிநோக்கியோ அமைந்துள்ள விதம், சூல்பையில், சூல்கள் ஒட்டுமுறையில் அமைந்துள்ள முறை என்னும் விவரங்களை கொடுக்க இயலாது.



இவ்விவரங்களைப் பூவின் வரைபடத்தில் (floral diagram) காட்ட இயலும். எனவே பூ வாய்பாடு பூவின் வரைபடத்திற்குக் கீழாக எழுதப்படுகிறது. பூ வரைபடத்தில், மலரிதழ்களுக்கும் பூக்காம்பிற்கும் உள்ள உறவுநிலை - அதாவது பூக்காம்பிற்கு எத்தப் பக்கத்தில் புல்லி இதழ்கள் அமைந்துள்ளன. புல்லிதழ்கள், அல்லிதழ்கள் எவ்வகை இதழ் அமைவில் பூவில் காணப்படுகின்றன போன்ற விவரங்களைக் காட்ட இயலும்.

கி. இராமன்

## பூவிலாத் தாவரங்கள்

இவை லின்னேயஸ் வகைப்பாட்டியலில் 24 ஆம் வகுப்பாக அமைந்துள்ளன. பூவிலா தாவரங்களின் (Cryptogams) பாலின உறுப்புகள் கண்ணுக்கு புலப்படா. லின்னேசின் கிரிப்டோகேமியா நான்கு பிரிவுகளைப் (orders) பெற்றிருத்தது. அவற்றுள் பெஃலிசிஸ் (felices) என்னும் பிரிவு பெரணிகளையும், மஸ்ஸை (musci) என்னும் பிரிவு மாஸ்களையும் மற்றும் ஈரல் வடிவத் தாவரங்களையும் (liverworts), ஆல்கே (algae) என்னும் பிரிவு நன்னீர், கடல் பாசிகள், கடல் பாசி (lichens) உடல - வடிவம் (thallose) கொண்ட மாஸ்கள் ஆகியவற்றையும் மற்றும் பூசணம் (fungi) என்னும் பிரிவு பூசணக் காளான் போன்றவற்றையும் கொண்டது.

### பூவிலாத் தாவர தொகுதியிலடங்கிய மூன்று பிரிவுகள்

தாலோபைட்டா. இவற்றின் உடலமைப்பில் தண்டு, வேர், இலை என்னும் பாகுபாடு கிடையாது. இதை உடலம் (thallus) என்று கூறுவர். இச்சொல்லை லின்னேயஸ் முதன்முதலில் உருவாக்கினார். இவை எளிய, வேறுபாடற்ற உடலமைப்பைக் கொண்டு படிமலர்ச்சியின் முதற் கட்டத்தில் அமைந்துள்ள பூவிலாத் தாவரங்களாகும். இவற்றின் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஒரு செல்லால் ஆனவை. மேலும் கருவுற்ற செல் (zygote) பெண் பாலுறுப்பினுள்ளேயே இருக்கும். உயர் தாவரங்களின் இச்செல் பெண் பாலுறுப்பினுள்ளேயே பாகுபாடடைந்து பல செல்களான கருவைத் தோற்றுவிக்கும். தாலோஃபைட்டாவை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர்.

பச்சையம் (chlorophyll) கொண்ட தன்னூட்ட உயிரிகளை ஆல்கே (algae) என்னும் பிரிவிலும், பச்சைய மற்ற அயல் உயிரிகளை பூசணம் (fungi) என்னும் பிரிவிலும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

ஆல்கே. இவை பொதுவாக நன்னீரிலும் கடல் நீரிலும் வாழும் பசுமையான தாவரங்களாகும். இத்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஆல்காக்களைக் குளோரோஃபைசி, ஃபெயோஃபைசி, சயனோஃபைசி, ரோடோஃபைசி என்னும் நால் வகையாகப் பிரித்திருந்தனர். நாளடைவில் ஆராய்ச்சிகள் மூலம் பாசிகளின் நுண் அமைப்பு, வரலாறு, செயலியல், சேமிப்புப் பொருள் முதலியவை பற்றிய விவரங்களும் கருத்துகளும் அதிகரிக்கப் பாசிகளின் வகைப்பாட்டை மாற்றியமைக்க வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது. ஆகவே தற்காலத்தில் பாசிகளை 8 பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொன்றையும் ஒரு தொகுதி (division) நிலைக்கு உயர்த்தியுள்ளனர். அவை குளோரோஃபைட்டா, கேரோஃபைட்டா, பூக்ளினோஃபைட்டா, ஃபெயோஃபைட்டா ரோடோஃபைட்டா, புரோஃபைட்டா, கிரைசோஃபைட்டா ஆகியன.

வாழ்விடமும், வளரியல்பும். பெரும்பாலும் ஆல்கே நீர் வாழ் தாவரங்களேயாகும். இவை ஆறு, குளம், குட்டை, கடல் உப்பங்கழி முதலிய இடங்களில் மிதத்து கொண்டோ, தளத்தைப் பற்றிக் கொண்டோ வளரும். வாழும் ஆல்கே, மிதவைத் தாவரங்கள் (phyto plankton) எனப்படும். இவை நீர் வாழ் விலங்குகளுக்கு அடிப்படை உணவாக அமைவதால், உணவுச் சங்கிலியில் இவை முதலிடம் பெறுகின்றன. சில ஆல்கே, தொற்று தாவரங்களாகவும், மற்ற உயிரினங்களோடு கூட்டுயிரிகளாகவும் வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. மேலும் வெப்ப நீர் ஊற்றுகளிலும் உறை பனியிலும் வளரும் தன்மை பெற்றுள்ளன. ஆல்கே பசுங்கணிகங்களைக் கொண்டதால் அவை, உணவை ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தாங்களே தயாரித்துக் கொள்ளும். ஆல்கே, பல வழிகளிலும் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இவை உடல (vegetative), பாலிலா (asexual), பாலின (sexual) இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடியவை. பொதுவாக பொருத்தமான சூழ்நிலையில் பாலிலாப் பெருக்கமும், ஒவ்வாச் சூழ்நிலையில் பாலினப்பெருக்கமும் திகழ்கிறது. பாலிலா மற்றும் பாலினப்பெருக்கத்தின்போது நீந்திச் செல்லக்கூடிய கசையிழைகள் (flagella) கொண்ட குஸ்போர்களும் (zoospores) மற்றும் கேமீட்டுகளும் (gametes) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

பயன். ஆல்கே உணவுப் பொருளாகவும், வேதிப் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் உரமாகவும் கால்நடைத் தீவனமாகவும் பயன்படுகிறது. கெல்ப் எனப்படும் கடல் பாசியிலிருந்து அயோடின் தயாரிப்பதுண்டு. லேமினேரியா பார்ஃபெரா ஜெலீடியம் முதலியவற்றின் ஆல்ஜின்

அகர்அகர் ஆகியன பெறப்படுகின்றன. இவை பனிக்குழைவு, குளிர்மானம், செயற்கைப்பட்டு, மருந்து தயாரிப்பில் பங்கு கொள்கின்றன. காண்ட்ரஸ் (condrus) எனும் பாசியிலிருந்து கராசீன் என்னும் பொருள் எடுக்கப்படுகிறது. இதைப் பற்பைச் சாராயம், பீட் சர்க்கரை தொழிற்சாலைகளில் தூய்மை செய்யும் பொருளாகவும் (cleaning agent) தோல் பதனிடவும் பயனாகும். நீலப்பசும் பாசி சிறந்த உயிர் உரமாகப் (bio-fertilizer) பயன்படுகிறது. குளோரெல்லா (chlorella) என்பது விண்வெளிப் பயணத்தில் பெரும் பங்கு கொள்கிறது. டயாட்டம் எனப்படும் ஆல்கே செல் உறைகளை வர்ணம், மெழுகு, ரப்பர்த் துடைப்பான் தயாரிக்கவும், துணி நெய்யவும், அதிக வெப்ப உலைக்களம் உருவாக்கவும் பயன்படுத்துவர்.

**பூசணம்.** இது மிகவும் தொன்மையான தாவர இனமாகும். சில பூசண வகைகளை அக்காலத்தவர் உணவாகக் கொண்டதாகத் தெரிகிறது. நுண்ணோக்கித் தயாரிப்பில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் காரணமாகப் பூசணவியல் (mycology) தொடங்கியது. ராபர்ட் ஹூக் முதன் என்பாரே முதன் முதலில் மியூகார் ஃபிராக் - மீடியம் என்னும் இரு பூசணங்களைப் பற்றி ஆராய்ந்தவர் ஆவார். பெர்க்லிஞன், டிபாரி முதலியோரின் ஆராய்ச்சியின் காரணமாகப் பல தாவர நோய்களுக்கு பூசணமே காரணம் எனப் புலனாகிறது. பூசணம் நோய்கள் தோற்றுவிப்பதை பற்றிக் கூறுவது தாவர நோயியல் ஆகும்.

**வளரியல்பு.** பூசணம் பச்சையம் அற்றதால் பிற வழிகளில் தன் உணவைத் தயாரித்துக் கொள்ளும். அதாவது இது அயல் உயிரியாக வாழும். இது மட்டுப் பொருள் கரிமப் பொருள்களிலிருந்து உணவைப் பெற்றால், சாறுண்ணிகள் (saprophyte) என்றும், மற்ற உயிரினங்களிலிருந்து எடுத்துக் கொண்டால் ஒட்டுண்ணி (parasite) என்றும் பகுக்கப்படும். பூசணம் உடல், பாலிலா, பாலின முறைகளில் இனப் பெருக்கம் செய்யும்.

**பயன்.** சாறுண்ணிப் பூசணம் பொதுவாகப் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தது. ஈஸ்ட் பூசணம் நடத்தும் நொதித்தல் வினையால் காடி, சாராயம், அமிலம் மற்றும் பல வேதிப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இச்செயலால் சூழலிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் கரையக்கூடிய பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. 1929 ஆம் ஆண்டு ஃப்ளெமிங் என்பாரின் கண்டுபிடிப்பால் பெனிசிலின் என்னும் உயிர் எதிர்ப்புப் பொருள் பெனிசீலியம் என்னும் பூசணத்திலிருந்து கிடைத்தது. இப்பொருள் பல வகையான நோய்களுக்குக் காரமான பாக்டீரியாவைக் கட்டுப்

படுத்துகிறது, சில நாய்க்குடைகள் (mushrooms) உண்ணத்தக்கவை. அவற்றைக் கலப்படமில்லாமல் தக்க குழலில் வளர்க்கும் முறைகள் இப்போது பின்பற்றப்பட்டு வருகின்றன. எ-டு: பொலீடஸ்

### டெரிடோஃபைட்டா (Pteridophyta).

இப்பிரிவைச் சேர்ந்த தாவரங்களுக்குத் தண்டு, வேர், இலை போன்ற உறுப்புகள் உண்டு. மேலும் வேரிலிருந்து உணவை இலைகளுக்கும், இலைகளிலிருந்து கரிமப் பொருள்களை மற்றப் பகுதிகளுக்கும் கடத்திச் செல்ல சைலம் (xylem), புளோயம் (phloem) என்னும் கடத்து திசுக்கள் உண்டு. கடத்து திசுக்களைக் கொண்ட முதல் தாவரப் பிரிவு இதுவேயாகும். பொதுவாக டெரிடோஃபைட்டா தாவரங்கள், ஸ்போரோஃபைட் ஆனபடியால் அவை விதைகள் (spores) மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இப்பிரிவிலும் சந்ததி மாற்றம் காணப்படும். பொதுவாக டெரிடோஃபைட்டா மித வெப்பக்காடுகளில் காணப்படும். இவற்றின் வகைப்பாடு, சற்றுச் சிக்கலானது. மேலும் இப்பிரிவில் தொல்லுயிர் (fossil) இனங்கள் மிகுதி. பொதுவாக டெரிடோஃபைட்டுகளை லைகோபோடஸ் (Lycopods), குதிரை வால் வகை பெரணி, என்று வகைப்படுத்துவர். அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகள் வாயிலாக டெரிடோஃபைட்டா 4 பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. அவை சைலாப்சிடா (psilopsida), லைகாப்சிடா (lycopsida), ஸ்பீனாப்சிடா (sphenopsida), டெராப்சிடா (pteropsida) என்பன. டெரிடோஃபைட்டாவுக்குப் பொருளாதாரச் சிறப்பு மிகுதியாக இல்லை. சில தாவரங்கள், மருந்துத் துறையில் பயன்படுகின்றன.

சி.ம. இராஜசேகரன்

### பூனை

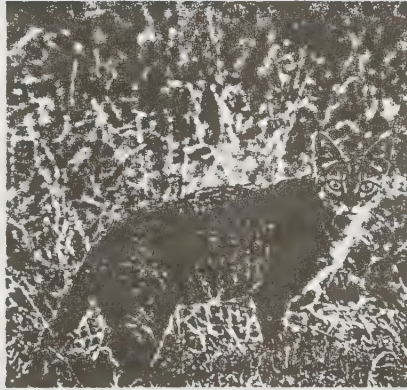
பாலூட்டிகளின் ஊனுண்ணி வரிசையில் ஃபெலிடே குடும்பத்தை சார்ந்த விலங்கு பூனையாகும். பூனை இந்தியாவில் மிகுந்து காணப்பட்ட போதிலும் அதன் தாயகம் இந்தியாவின் வட எல்லைக்கு அப்பாற்பட்ட பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. பூனை பெரும்பாலும் காடுகளையே இருப்பிடமாகக் கொண்டு வாழ்ந்தது. நாளடைவில் சில காட்டுப் பூனைகள் வீடுகளில் பழக்கப்படுத்தப்பட்டமையால் அவை வீட்டு விலங்காக மாறின. உடலமைப்பாலும் பழக்க வழக்கங்களாலும் பூனை மனிதர்களை மிகவும் கவர்ந்துள்ளது. இதில் வீட்டுப்பூனை, காட்டுப்பூனை, கரடு பூனை, சிறுத்தைப் பூனை என்று பல வகைகள் உண்டு.



பூனையின் நிறம், உடலமைப்பு, பழக்க வழக்கங்கள் ஆகியன இரை தேடுவதற்கும், பதுங்கியிருந்து கவ்விப் பிடித்து இரையை உண்பதற்கும் தக்கவாறு அமைந்துள்ளன. இதன் நிறம் பலவகைப்பட்டதெனினும் உடலிலுள்ள வண்ணக்கோடுகளும், புள்ளிகளும் இதற்குச் சிறந்த உருமறைப்பாக அமைந்து, இருளிலும், மங்கிய ஒளியிலும் மறைந்திருந்து இரையைத் தாக்குவதற்கு வசதியாக அமைந்துள்ளன. தன் இரையை ஓசையின்றி வேட்டையாடுவதற்குத் தக்கவாறு அதன் நுனிக்கால்களின் அடியில் மென்மையாக உள்ள திண்டுகளும், விரல் மீது நடக்கும் நடை வாகும், வளைந்து நழுவி இயங்கும் உடலமைப்பும் பயன்படுகின்றன. பூனையின் கால்களில் உள்ள வளை நகங்கள் தாக்குதலுக்கு ஏற்றவாறு காணப்படுகின்றன. இவ்வளை நகங்கள் தரையில் பதியா வண்ணம் பின்பக்கத்தில் மடிக்கப்பட்டு, விரல்களுக்கிடையே உள்ள தோலுறையில் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுடன் இணைந்த தசை நாண்கள் இரை தாக்கப்படும் போது பின்னோக்கியும், கீழ்நோக்கியும் இருப்பதால் வளைநகங்கள் தோலுறையிலிருந்து வெளிப்பட்டு இரையைக் கவ்விப் பிடிப்பதற்கு ஆயத்தமாகின்றன.

பூனையின் வெட்டும் பற்களும், கோரைப் பற்களும் இரையைத் தப்பியோடாமல் பிடித்துக் கொள்வதற்கும்,

தசையைக் கிழிப்பதற்கும், எலும்புகளைக் கடிப்பதற்கும், உடைப்பதற்கும் ஏற்ற வகையில் அமைந்துள்ளன. கோரைப்பற்கள் மிகவும் நீண்டு, மற்றப் பற்களினின்றும் நன்றாகப் பிரிக்கப்பட்டு, உறுதியான தாடைகள் மூடிய நிலையில் ஒன்றோடொன்று பொருந்துமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பற்களைக் கட்டுப்படுத்தும் கடிக்கும் தசைகள் நன்றாகப் பொருந்தும் பொருட்டுக் கன்ன வளைவுகள் உறுதியாகவும், அகலமாகவும் உள்ளன. கடைவாய்ப்பற்கள் உணவைத் துண்டிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. மேல்தாடையிலும், கீழ்த்தாடையிலும் ஒரு கடைவாய்ப்பல் குறிப்பாகச் சதையைத் துண்டிப்பதற்கென்று அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதனைச் சதைப்பல் என்பர். இது நன்கு வளர்ந்து, கடிக்கும் தசைகள் தாடையில் மேலும், கீழும் மட்டும் அசையும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளமையால், அவை இயங்கும்போது கண்ணப் பற்கள் கத்தரிக்கோலைப் போன்று சதையை வெட்டுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. 6 சிறிய வெட்டும் பற்கள் எலும்புகளின் மென்மையான பகுதிகளைக் கொறிப்பதற்கும், தசைநார்களைச் சுரண்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. பூனையின் நாக்கு முழுவதும் கூம்பு போன்ற கூரான பகுதிகள் உள்ளமையால் எலும்புகளில் ஒட்டிக் கொண்டுள்ள சதையைச் சுரண்டுவதற்கு அவை வசதியாக உள்ளன. சுவைச்சுரப்பிகள் நாக்கின் ஓரங்களில் காணப்படுகின்றன.



ஊன்றுண்ணிகளாகிய பூனை ஏனைய விலங்குகளைக் குறிப்பாக எலிகளை வேட்டையாடி இரையாக்கிக் கொள்ள வேண்டியிருப்பதால் அதன் செவிப்புலன், பார்வை, ஊகத்திறன் ஆகியவை மேம்பட்ட நிலையில் உள்ளன. பூனையின் முகத்தில் உள்ள நீளமான இழை உணர்வுறுப்பு களும், முன்கையில் உள்ள முன்மயிர்க் கற்றைகளும் தொடுவுணர்வு உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. அது போலச் செவிப் புலன் மிகவும் நுட்பமானது. வரக்கூடிய ஒலியின் தன்மையைப் பூனை உணரக்கூடியது. பூனையின் பெரிய கண்களில் உள்ளே இருக்கும் நன்கு வளர்ந்த தசைகள் கண் கூசும் ஒளியில் கண்மணியைச் சுருங்கச் செய்து கண்ணைப் பாதிக்காதவாறு காக்கின்றன. ஆழ்ந்த இருளிலும் கண்மணி, அத்தசையின் உதவியால் நன்றாக விரிவதால் பூனை எந்தச் சூழ்நிலையிலும் துல்லியமாகப் பார்க்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது.

பூனை பெரும்பாலும் தனித்தே வாழக்கூடிய இனமாகும். கூட்டு வாழ்க்கையைப் பழக்கமாக கொண்டிராமையால் மெல்லவே ஒலியை எழுப்பி, தன் இனத்துடன் தொடர்பு கொள்கிறது. இது பலவிதமான உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்த பல்வேறு ஒலிகளை எழுப்புகிறது. கலவியில் ஈடுபடுவதற்கு முன் ஆண் பூனையும் பெண் பூனையும் துள்ளி விளையாடியும், ஒன்றையொன்று துரத்தியும், பேரொலியுடன் உறுமியும், ஊடல் செய்தும் இறுதியில் புணரும் தன்மையுடையவை. பெரும்பாலும் பூனை காலவறையின்றிப் புணர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. பெண் பூனை தன் குட்டிகளைப் பாலூட்டிப் பாதுகாத்து, அதற்குத் தேவையான அனைத்துப் பயிற்சிகளையும் அளிக்கிறது. தாய்ப்பூனை, குட்டிகளைத் தன் நாக்கால் நக்கித் தூய்மை செய்து, அவை பசியுடன் ஒலியெழுப்பும் போது பாலூட்டுகிறது. குட்டிகள் பால் குடிப்பதை மறப்பதற்கு முன் தாய்ப்பூனை இரைகளை வேட்டையாடுவதற்கும் இரைச்சித் துண்டுகளை உண்பதற்கும் பயிற்சியளிக்கிறது. குட்டிகள் படிப்படியாக அனைத்தையும் தாயிடமிருந்து கற்றுக்கொண்டு, போதுமான அளவு வளர்ந்தவுடன் தாயை விட்டுப் பிரிந்து தம் விருப்பம்போல் வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. வீட்டுப் பூனை பெரும்பாலும் ஓராண்டில் முதிர்ந்துவிடுகிறது. காட்டுப்பூனை 1 - 3 ஆண்டுகளில் முழு வளர்ச்சியை அடைந்துவிடுகின்றன.

பூனை தாவர உண்ணியாகிய எலியைக் கட்டுப் படுத்துவதில் பெரும் பங்கு கொள்வதால் மனித இனத்துக்கு மறைமுகமாக உணவுச் சங்கிலியில் தடை ஏற்படாதிருக்கும் படி செய்கிறது. சிறிய பூனை, முயல், எலி, சுண்டெலிப்

போன்ற கொறி விலங்குகளைக் கொன்று அவற்றின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கிறது. காட்டுப் பூனை காடுகளிலும் புதர்க்காடுகளிலும், விளைதிலங்களிலும் கொறி விலங்குகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. பூனையின் அழகான மென்மயிர் அடர்ந்த தோல் பலவித எழில் பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

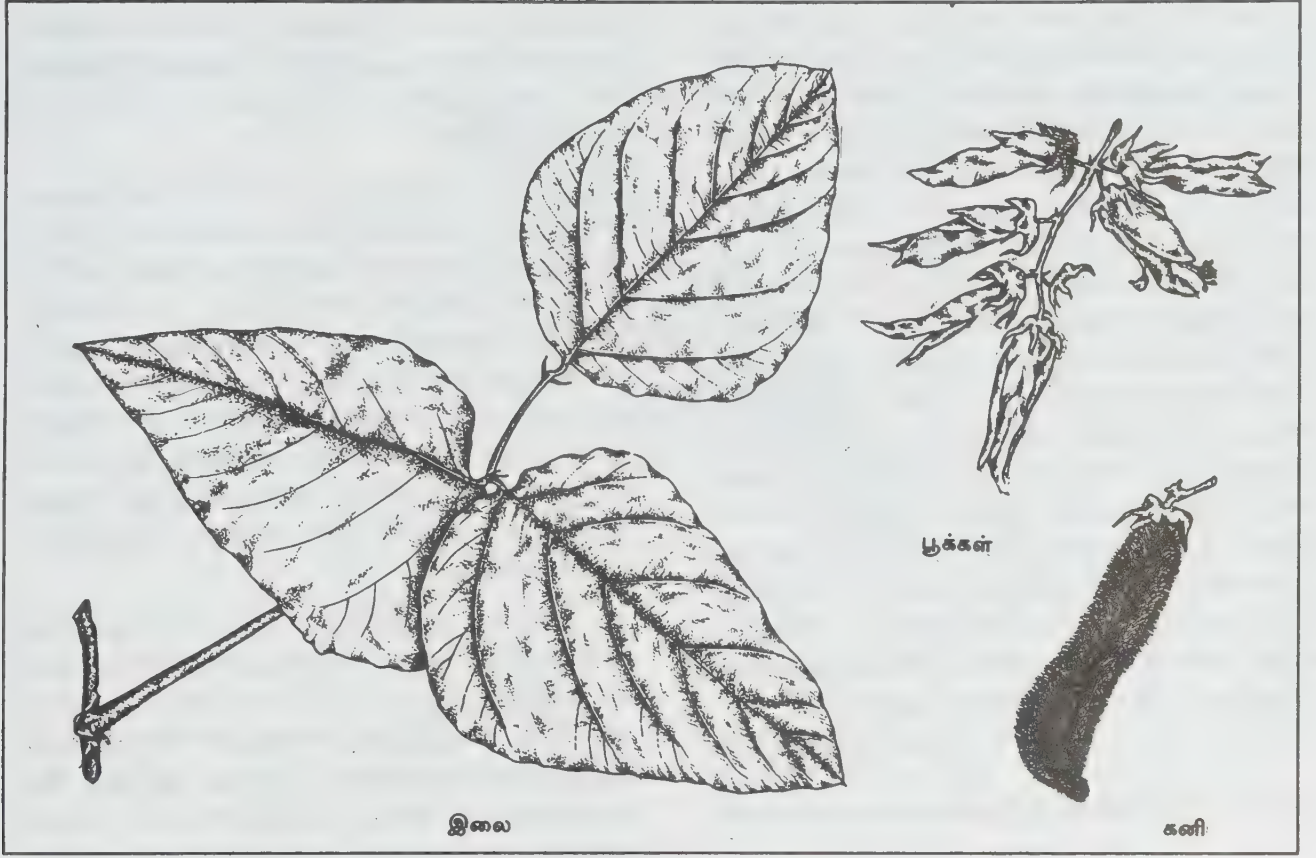
மு.அ. சுல்தான் அலி

## பூனைக்காலி

இதற்குக் கண்டுதி, மற்கடி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இக்கொடியின் தாவரப் பெயர் மியூகுனா புருரியென்ஸ் (Mucuna pruriens) ஆகும். இதற்கு மி.புருரிட்டா (M.prurita), மி.யுட்டிலிஸ் (M.utilis), டாலிக்கஸ் புருரியென்ஸ் (dolichos pruriens), ஸ்டிசோலோபியம் புருரியென்ஸ் (stizolobium pruriens) என்று பல இணை தாவரப் பெயர்கள் உண்டு. லெகுமினோசிக் குடும்பத்தில் பேப்பலியனாய்டி சிறுகுடும்பத்தைச் சேர்ந்த இச்செடி வெப்ப நாடுகளில் வளர்கிறது. இந்தியாவில் கிழக்குக் கடற்கரையோங்குகளில் காணப்படுகிறது. வறட்சியைத் தாங்கக்கூடிய, இக்கொடியில் டிசம்பர் - பிப்ரவரி மாதங்களில் பூக்களைக் காணலாம். கனிகள் ஜனவரி முதல் தோன்றும்.

வளரியல்பு. இது மென்மையான ஏறுகொடி. மிகவும் உறுத்தக்கூடிய முடியுடையது. இதன் இலைகள் 16 செ.மீ. நீளமானவை. செவ்விணைவக வடிவ சிறகமைப்பு மூன்று கூட்டினங்கள், முதிர்ந்தவுடன் விழுந்துவிடும். நுனியிலுள்ள சிற்றிலை 9 x 7.5 செ.மீ. அளவிலும் பக்கச் சிற்றிலை 10x7 செ.மீ. அளவிலும் மெலிந்து தோல் போன்றிருக்கும். இலையோரம் முழுமையாகவும், நுனி கூராகவும் காணப்படும். இலைக்காம்பின் நீளம் 10 செ.மீ. நீளமாகவும் சிற்றிலைக்காம்பு 10 மி.மீ. நீளமாகவும் விளங்கும். இலையடிச் செதில்கள் சிறியவை. மஞ்சரித் தண்டின் நீளம் 5 செ.மீ. பூக்காம்பின் நீளம் 4 செ.மீ. காணப்படும். பூக்கள் பெரியவை. புல்லிக்குழலின் நீளம் 6 மி.மீ.; புல்லிவட்டம் சாய்வாக, மிகக் குறுகிய பற்கள் கொண்டது. அல்லி இதழ்கள் கருஞ்சிவப்பு நிறத்தில் நீண்டு வெளியேறியிருக்கும். கொடி அல்லி முட்டை வடிவில் 2.5 x 1.5 செ.மீ. அளவிலிருக்கும். இறகு அல்லி இதழ் 3 x 1 செ.மீ. அளவானது. படகு அல்லி இதழ் 4 x 0.5 செ.மீ. அளவானது. மகரந்தத்தாள்கள் 10. மகரந்தப்பைகள் ஒரே சீரானவை. சூல்பை காம்புடன் பல சூல்களைக் கொண்டிருக்கும்.





தாவரப் பெயர் மியூகுனா புருரியென்ஸ்

சூலகத்தண்டின் நீளம் 3.5 செ.மீ. சூலகமுடி உருண்டையானது. S வடிவச் சாம்பல் நிறக் கனி காம்புடன் வீங்கி ஒரு புறவெடி கனி (follicle) போல வெடிக்கக்கூடியது. விதைகள் ஆறும் முட்டை வடிவானவை. பக்கத்தில் விதைத்தழும்பு கொண்டவை. காரங்கிள் இல்லை.

சாகுபடி முறை. கர்நாடக மாநிலத்தில் பெங்களூரில் இக்கொடி வளர்க்கப்படுகிறது. கனி கலந்த வண்டல் மண் இதற்குச் சிறந்தது. இதனை மானாவாரிப் பயிராகவோ இறைவைப் பயிராகவோ வளர்க்கலாம். ஹெக்டேருக்கு 50 கி.கி. விதைகள் ஜூன் மாதத்தில் விதைக்கப்படுகிறது. தன்கு உழுது பண்படுத்தப்பட்ட நிலத்தில் இறுதி உழவிற்கு முன்பு 13 - 15 டன் தொழு உரம் 80 கி.கி. மண்ச்சத்து தரும் உரமும் சேர்க்கப்படுகின்றன. நிலத்தில் 80 செ.மீ. இடைவெளியில் பார்களை அமைக்க வேண்டும். விதைகளை 80 செ.மீ. இடைவெளியில் பார்களின் சரிவில் ஊன்றி தீரைப் பாய்ச்ச வேண்டும். விதைகள் 7 - 10 அ.க.15-62

நாள்களில் முளைக்கின்றன. 45 ஆம் நாளில் கண்கவரும் பூக்கள் உண்டாகின்றன. ஓரிருமுறை இப்பயிருக்குக் களை எடுக்கப்படுகிறது. களை எடுத்தவுடன் மேலுரமாக ஹெக்டேருக்கு 100 கி.கி. தழைச்சத்து உரமும், 75 கி.கி. சாம்பல் சத்து உரமும் விதைத்த 30, 60 ஆம் நாளில் இடப்படுகின்றன. உலர்ந்த செடிகளுக்கு 150 - 180 செ.மீ. உயரமுள்ள குச்சிகளை ஊன்றிச் செடிகள் தேராக வளரக் கட்டுதல் வேண்டும். இக்கொடியில் விளைந்த உலர்ந்த காய்களை 3 அல்லது 4 முறை அறுவடை செய்வதுண்டு. அறுவடைச் செய்த காய்களைச் சூரிய ஒளியில் உலர்த்த வேண்டும். வெயிலில் தன்கு உலர்ந்த தெற்றுகள் வெடித்து விதைகளைச் சிதறும். தெற்றிலிருந்து விதைகளை எடுத்துப் புடைத்துத் தனித்தெடுப்பர். மானாவாரியில் 1500 - 2000 கி.கி. விதையும் இறைவையில் 3000 - 4000 கி.கி. விதையும் கிடைக்கும். குச்சி நடட்டுக் கொடியை வளர்த்தால் இறைவைப் பயிரில் 5000 கிலோ வரை விளைச்சல் கிடைக்கும்.

பயன். இதன் விதையும் வேரும் மருந்தாகின்றன. கறுப்பு நிற விதைகளிலிருந்து எல்-டோபா (L.dopa) என்னும் மருத்துப் பொருள் எடுக்கப்படுகிறது. இதன் வேதிப் பெயர் எல் 3, 4 -டைஹைடிராக்சிஃபினைல் அலனின் என்பதாகும். இது உடலுக்கு உரந்தரும். நரம்பு நோய்களுக்கு உதவும். மேலும் பார்க்கின்சன் நோயைக் குணப்படுத்தும். இந்தோய்க்குத் தரும்போது குறைவான அளவில் பக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் விதைத்தாளுடன் சிறு நெருஞ்சில் விதைத்தாளைக் கலந்து 4 கிராம் வீதம் பாலில் கலந்து தர ஆண்மை பெருகும். இதன் விதை, வெண்சித்திர மூலவோப்பட்டை, சுக்கு, திப்பிலி, பூனைக் கண், குங்கிலியக் கருவாப்பட்டை, கிராம்பு ஆகியவற்றை எடுத்துத் தூள் செய்து நீர் விட்டு அரைத்து மாத்திரை செய்து நாளொன்றுக்கு இருவேளை தர வயிற்று வலி, குன்மம், வயிற்றுப்புழு விலகும். இதன் வேரை அரைத்து வீக்கங்களின் மீது பற்றிடலாம். இதன் வேர்களைக் குடிநீருடன் தேன் கலந்து தர ஊழ்நோய், காப்ச்சலில் காணும் முப்பிணி நீங்கும். யானைக் கால் வீக்கத்திற்கு மற்ற மருந்துகளுடன் இதைச் சேர்த்துத் தருவதுண்டு.

கோ. அர்ச்சுனன்

## பூனைப்பருந்து

மெலிந்த உடலும், வலிமை குறைந்த அலகும் பெற்றுள்ள பூனைப்பருந்து (harrier) சிறகுகள் நீண்டு குவிந்திருக்கும். வால் நீண்டு வட்ட வடிவமாயிருக்கும். கால்கள் நீண்டு மெலிந்து தொடைகளில் மட்டும் தூவிகளால் போர்த்தப் பட்டிருக்கும். விரல் நகங்கள் நன்கு வளைந்து கூர்மையாக இருக்கும். இப்பறவை குளிக்காலத்தில் வடக்கிலிருந்து வலசை வந்து வட இந்தியாவில் வாழ்கிறது. ஆனால் தென்னிந்தியாவில் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் காணப்படுகிறது. பூனைப்பருந்தில் மூன்று இனங்கள் உள்ளன. தோற்றத்திலும் பழக்க வழக்கங்களிலும் இம்மூன்று இனங்களும் வேறுபடுகின்றன.

பூனைப்பருந்து (Pale Harrier). இதன் விலங்கியல் பெயர் சர்க்கஸ் மேக்ரோயுரஸ் (circus macrourus) என்பதாகும். இது பருத்தை விட அளவில் சிறியது. ஏறத்தாழ 50 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இது மெலிந்த உடலமைப்பு உடையது. இதன் அலகு கருமை நிறமும், விழிப்படலமும், கால்களும் மஞ்சள் நிறமும் பெற்றிருக்கும். ஆண் பறவையின் உடலின் மேல்பகுதி சாம்பல் கலந்த

இளங்கறுப்பாகவும், கீழ்ப்பகுதி வெண்மையாகவும், சிறகுகளின் விளிம்பு ஆழ் கருமை நிறமாகவும் தோன்றும். நீண்ட வாலில் வெள்ளையும் சாம்பலுமான பட்டைகள் மாறி மாறிக் காணப்படும்.

பெண் பறவையின் உடலின் மேற்பகுதி மஞ்சள் கலந்த பழுப்பாக இருக்கும். அலகு முகமும் கண் விளிம்பும் வெண்மையாக இருக்கும். கழுத்தைச் சுற்றியுள்ள தூவிகள் வெண் பழுப்பு நிறத்தில் காணப்படும். உடலின் கீழ்ப்பகுதி வெண்மை நிறமாகவும் அதில் மங்கிய நிறமுள்ள பழுப்புப் பட்டைகளும் காணப்படும். இப்பறவை குளிக்காலத்தில் இந்தியாவிற்கு வலசை வருகிறது. அக்டோபர் - ஏப்ரலில் தென்னிந்தியா முழுவதும் சமவெளிகளிலும், மலைகளில் 210 மீ. உயரம் வரையும் காணப்படுகிறது. மேலும் பாகிஸ்தான், வங்கம், மியான்மர் போன்ற நாடுகளுக்கும் வலசை போகிறது.

பூனைப்பருந்து தனித்து வாழும் பறவையாகும். இது தரைக்கருகில் ஏறத்தாழ 1 மீ. உயரத்தில் சுற்றிப் பறக்கும். விளைநிலங்களுக்கு மேலேயும் வட்டமிடும். இரையைக் கண்டவுடன் விரைந்து பறந்துச் சென்று காலால் பற்றி வயல் வரப்பிலோ ஏரிக்கரையிலோ அமர்ந்து தின்னும். பிற பறவைகளுடன் சேர்ந்து புல்வெளிகளிலோ உழுத நிலங்களிலோ தரையிலோ அமர்ந்து இரவைக் கழிக்கும். மரங்களில் விரும்பி அமராமல் தரையிலேயே பெரும்பாலும் அமரும். தவளை, ஓணான், எலி செயலற்று ஊனமடைந்த பறவைகளை உணவாகக் கொள்ளும்.

இப்பறவை இந்தியாவில் இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. ஐரோப்பாவிலும் மைய ஆசியாவிலும் ஏப்ரல்-ஜூனில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. சோளக் கொல்லைகளிலுள்ள புல்தாறுகளில் இலைகளையும், புற்களையும் கொண்டு கூடமைத்து 4 அல்லது 5 முட்டைகள் இடும். வெண்ணிற முட்டைகளின் சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன.

வெள்ளைப் பூனை பருந்து (Pied Harrier). இதன் விலங்கியல் பெயர் சர்க்கஸ் மெலனோலெக்சு (circus melanoleucos) என்பதாகும். இது சிறு பருத்தை விட அளவில் சிறியது. ஏறத்தாழ 50 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். இதன் அலகும், நகமும் கருமையாகவும், விழிப்படலமும் கால்களும் மஞ்சள் நிறமாகவும் விளங்கும். ஆண் பருந்து வெள்ளையும் கருமையும் கலந்த நிறத்துடன் மெலிந்த தோற்றமுடையது. தலை, முதுகு, தொண்டை மாப்புப் பகுதிகள் கருமை நிறமாகவும் ஏனைய பகுதிகள்





பூனைப்பருந்து (Harrier-Circus macrourus)

வெண்மையாகவும் வால் பகுதி சாம்பல் நிறமாகவும், சிறகுகள் இளம் சாம்பல் நிறத்திலும் கருப்பு விளிம்போடு ஒரு கரும்பட்டையுடனும் காணப்படும். பெண் பறவையின் உடலின் மேற்பகுதி கறுப்பாகவும், கீழ்ப்பகுதி மஞ்சள் கலந்த சிவப்பாகவும் இருக்கும். பின் கழுத்திலும் பின்முதுகிலும் வெண்ணிறம் காணப்படும்.

இப்பறவை இந்தியாவில் குளர்காலத்தில் சமவெளிகளிலும், மலைப்பாங்கான பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. இதைப் பாகிஸ்தான், வங்கம், மியான்மர் நாடுகளிலும் காணலாம். புல்வெளிகளில் இரையைத் தேடித் திரியும் இது தவளை, ஒணான், எலி மற்றும் உடல் ஊனமுற்ற பறவைகளை உணவாகக் கொள்கிறது. இந்தியாவிற்கு வெளியே ஏப்ரல் - ஜூனில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. 4 அல்லது 5 முட்டைகள் இடுகிறது. இம்முட்டைகள் வெண்மையாகவும் புள்ளிகளுடனும் காணப்படுகின்றன.

சதுப்பு நிலப் பூனைப்பருந்து (Marsh Harrier). இதன் விலங்கியல் பெயர் சர்க்கஸ் எனினினோசஸ் (Circus aeruginosus) என்பதாகும். இப்பறவை பருந்தைவிட அளவில் சற்றுச் சிறியது. அலகு கறுப்பாகவும், அ.க.15-62அ

விழிப்படலமும் கால்களும் மஞ்சளாகவுமிருக்கும். ஆண் பறவையின் உடலின் மேற்பகுதி பழுப்பாகவும் தலையும் கழுத்தும், மார்பும் இளஞ்செம்பழுப்பாகவும் காணப்படும். வெண்ணிறச் சிறகுகள் அகன்று சற்று நீளம் குறைந்து கறுப்பு முனைகளோடு உள்ளன. வால் இளஞ்சாம்பல் நிறத்தில் காணப்படும். பெண் பறவை பருந்தை விடச் சிறியதாகவும், மெலிந்தும் காட்சி தரும். இதன் உடல் சாக்லெட் பழுப்பு திறம். தலை பாலேடு நிறமுடையது. தலையில் உப்பிய தொப்பி போன்ற அமைப்பைப் போன்று தோற்றமளிக்கும்.

பூனைப்பருந்து குளர்காலத்தில் வலசை வந்து இந்தியா, பாகிஸ்தான், வங்கம், மியான்மர், ஸ்ரீ லங்கா ஆகிய நாடுகளில் வாழ்கிறது. தென்னிந்தியாவின் குளர்காலத்தில் அக்டோபர் - மார்ச்சில் காணப்படுகிறது. இது வயல்களையும் நீர் நிலைகளையும் அடுத்துள்ள சதுப்புநிலங்களையும் சார்ந்து திரிகிறது. வயல்வெளிகளின் மீது சில மீட்டர் உயரத்தில் சிறகுகளை அடிக்காது மிதந்தபடி பறப்பதைக் காணலாம். திடீரென நெற்பயிர்களுக்கிடையேயோ, நாணற் புதர்களிலோ பாய்ந்து தவளை, மீன் போன்றவற்றைப் பற்றிக் கொண்டு மேலே எழும்; சில வேளைகளில் வாய்க்கால்

கரைகளிலும் குளக்கரைகளிலும் நெடுநேரம் அமர்ந்திருக்கும். சில வேளைகளில் வானில் உயர வட்டமிடுவதும் உண்டு.

இப்பறவை தவளை, எலி, மீன், சிறுபறவை, தத்துக்கிளி போன்றவற்றை உணவாக உட்கொள்கிறது. சதுப்பு நிலப் பூனைப் பருந்து இந்தியாவிற்கு வெளியே ஏப்ரல் - ஜூனில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. சோளப் பயிர்களுக்கிடையே தரையில் கூடமைத்து 4 அல்லது 5 முட்டைகள் இடுகிறது. இம்முட்டைகள் வெண்ணிறத்தில் புள்ளிகளுடன் காணப்படுகின்றன.

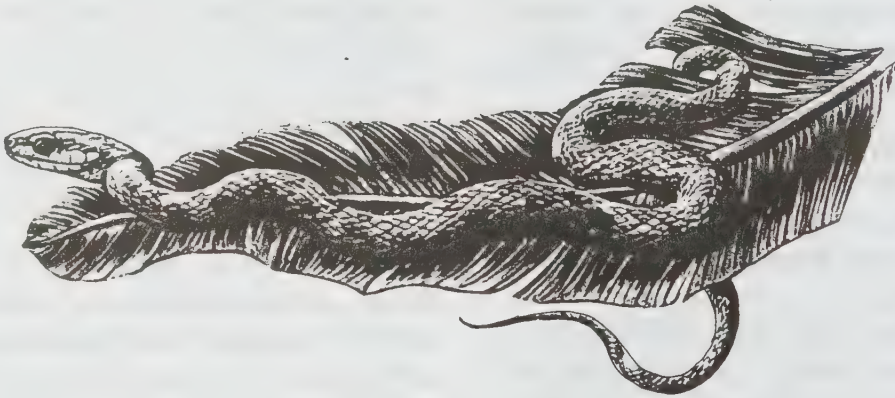
என். ராமசிருஷ்ணன்

## பூனைப்பாம்பு

இது கொலுபிரிடே என்னும் குடும்பத்தில் ஒப்பிஸ்தோ கிளிஃபா என்னும் பிரிவில் டிப்சேடாமார்ஃபினை என்னும் துணைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். பூனைப்பாம்பின் (cat snake) பெரிய, நீண்ட கண்களில், பூனையின் கண்களில் இருப்பது போல் கண்மணி செங்குத்தாகக் காணப்படுவதால் இதைப் பூனைப் பாம்பு என்பர். இது பெரும்பாலும் மரங்களின் மேல் நடமாடும் தன்மையுடையது.

இரவு நேரங்களில் வெளி வந்து இரை தேடும். இதன் தலை தட்டையாகவும், அகன்று முக்கோண வடிவமாகவும் கழுத்து குறுகியும் இருப்பதால் ஓரளவு தோற்றத்தில் விரியன் பாம்பை ஒத்துள்ளது. முன்தலைப்பகுதி, குறுகி இருப்பதால் மூக்குத் துளைகள் பக்கவாட்டில் இருக்கும். இதன் வால் நீண்டு மொத்த உடல் நீளத்தில் நான்கில் ஒரு பங்கு இருக்கும். பூனைப் பாம்பின் 17 சிறப்பினங்கள் இந்தியாவில் உள்ளன.

பூனைப் பாம்பின் காமா மரப்பாம்பு (dipsadomorphus trigonatus) என்னும் இனத்தின் முதுகு வெண் பழுப்பு நிறமாக 'γ' போன்ற கறுப்புக் குறிகளை வரிசையாகப் பெற்றிருக்கும். வால்பகுதியில் இக்குறிகள் காணப்படா. இவ்வெழுத்தின் (γ) இரு கொம்புகளுக்கிடையே உள்ள உடல் பகுதி வெண்மையாக இருக்கும். தலையில் பழுப்பு நிற அல்லது மஞ்சள் நிறக் குறிகள் உண்டு. இது செங்குத்தான கண்பார்வை உடையது. இதன் விழிவண்ணப்படலம் மஞ்சள் நிறமுடையது. இவை 2மீ. வளரும். இப்பாம்பு பெரும்பாலும் மரத்தின் மேலே வாழும். இது தரையில் முட்டாதர்களிலும், சப்பாத்திக்கள்ளிச் செடிகளிலும் காணப்படும். உருவத் தோற்றத்தில் இது விரியன் பாம்பை ஒத்திருப்பினும் இதன் தலையில் உள்ள கேடயச்



பூனைப் பாம்பு



செதில்களைக் கொண்டு இது நச்சற்ற பாம்பு என்பதை அறியலாம். நடுவுடலில் 21 பக்கச் செதில்களும் வயிற்றுப் பகுதியில் 206 - 256 பக்கச் செதில்களும், வால்பகுதியில் 75 - 96 வாலடிச் செதில்களும் உள்ளன. இப்பாம்பு பல்லி, சிறு பறவைகளை உண்டு வாழ்கிறது. பெண் பாம்பு 3- 10 முட்டைகள் இடும். இப்பாம்பு மராட்டியத்திலும் குஜராத்திலும் மிகுதியாக காணப்படுகிறது. இதை நெடுஞ்சுவை எனவும் குறிப்பர்.

டிப்ஸேடோமார்ஃபஸ் சயனியஸ் (dipsadomorphus cyaneus) என்ற சிறப்பினம் அசாமில் காணப்படுகிறது. இது 1 - 1.5 மீ. வளரக்கூடியது. இதன் முதுகுப்புறம் பச்சை நிறத்துடனும், வயிற்றுப்புறம் மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படும். பெருஞ்சுவை (boiga forsteni) என்னும் பூனைப்பாம்பு ஏறக்குறைய 2மீ. வளரக்கூடியது. இதன் உடல் நெடுஞ்சுவையைப் போல் இருமடங்கு அகன்றிருக்கும். இதன் உடல் பருமனால் அஞ்சத்தகும் தோற்றம் கொண்டிருக்கும். பெண் பாம்பு ஆண் பாம்பை விடச் சற்று சிறியதாக இருக்கும். இதன் முதுகு ஒரே சீரான பழுப்பு நிறத்துடன் இருக்கும். சில சிறப்பினங்களில் கரும் புள்ளிகளும், குறுக்குப் பட்டைகளும் காணப்படும். வயிற்றுப் பகுதி ஒரே சீராக வெண்மையாக உள்ளது. தலையின் நெற்றி கேடயச் செதிலிலிருந்து பிடரி வரை ஒரு கருங்கோடும் ஏனைய இரண்டு கோடுகளும் காணப்படும். மேலும் வாய்ப் பிளவிலிருந்து கண் வரை ஒரு அகன்ற கருங்கோடு காணப்படும். இப்பாம்பு ஒணான், எலி, அணில் வகைகளை உண்டு வாழும். பெண் பாம்பு கோடைக் காலத்தில் 7 - 10 முட்டைகள் இடும். இப்பாம்பு மேற்கு, கிழக்கு இமயமலைத் தொடர்களிலும், இந்தியாவின் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப்பகுதிகளிலும், ஒரிசா, மேற்கு வங்காளம் ஆகிய பகுதிகளிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

லெப்டோநெத்தஸ் (leptonathus) என்னும் இனம் மைய அமெரிக்காவிலும், தென் அமெரிக்காவிலும் காணப்படும். சீலோப்பெல்ட்டிஸ் (coelopeltis) தென்மேற்கு ஆசியாவிலும் மையத் தரைகடல் நாடுகளிலும் மிகுதியாக வாழ்கிறது. மேக்கேராபுரோட்டாடான் குக்குலேட்டஸ் (macroprotodon cucullatus) என்பது அண்டலூசியாவிலும், வட ஆப்பிரிக்காவிலும் காணப்படுகிறது.

மு.அ. சுல்தான் அலி

## பூனைப் பிறாண்டு நோய்

உலகெங்கும் பரவியுள்ள இந்நோய், லிம்போகிரானுலோமா சிட்டகோசில் வகையைச் சார்ந்த ஒரு வைரசால் உண்டாகிறது. பூனை பிறாண்டிய இடத்தில் அழற்சி ஏற்பட்டுக் காய்ச்சலும், அசதியும், பசியின்மையும் தோன்றுகின்றன. சில நாள்களில் இந்நோய்க் குறிகள் மறைந்துவிடும். பல வாரங்களுக்குப் பின் நிணக்கட்டிகள் வீங்குகின்றன. தோன்றும் சீழில் நுண்ணுயிர் காணப்படுவதில்லை.

பூனை பிறாண்டிய விதமும், ஒரு பக்க நிணக்கட்டி வீக்கமும் நோய் உறுதி செய்தலில் உதவுகின்றன. வீங்கிய நிணக்கட்டியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சீழுக்கு எதிர்ச்செனி தயாரித்து தோல் ஊசி செலுத்தி ஆய்வு செய்தால், நோய் உறுதியாகும். விரிதிறன் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (broad spectrum antibiotic) பயனளிப்பதில்லை. ஓரளவுக்குக் காய்ச்சல் குறைகிறது. நாளடைவில் அறிகுறிகள் தாமாகவே மறைந்துவிடுகின்றன.

அ.கதிரேசன்

துணைநூல். A.J. Harding Rains and H. David Ritchie, *Bailey and Love's Short Practice of Surgery*, H.K. Lewis & Co., Ltd., London, 1977.

## பூனை வகை

வளர்ப்பு விலங்குகளில் நாய்களைப் போன்று பூனைகளில் பல இனங்கள் இல்லை என்றாலும் உலகின் பல பகுதிகளில் காணும் சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப சில இனங்கள் காணப்படுகின்றன. சில இனங்கள் மாறுபட்ட இயற்கையாலும் சில இனங்கள் மனிதராலும் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன. பூனை இனங்களைக் கீழ்த்திசை நாடுகளைச் சேர்ந்த பூனைகள் என்றும் மேலை நாடுகளைச் சேர்ந்த பூனைகள் என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கீழ்த்திசை நாடுகளைச் சேர்ந்த இனங்கள் தனிப்பட்ட தோற்றமும் குணமும் கொண்டவை. இவை அறிவு மிகுந்தவையாகவும் அன்பு காட்டக் கூடியவையாகவும் உள்ளமையால் நாய்களைப் போன்ற வளர்ப்பு விலங்குகளாகக் கருதப்படுகின்றன. கீழ்த்திசை இனங்களைச் சேர்ந்த பூனைகள் மிக விரைவில் பழக்கங்களைக் கற்றுக் கொள்வதால் இவற்றைப் பழக்குவது

மிகவும் எளிதாகும். இந்த இனங்களில் குறிப்பிடத்தக்கவை சயாமிய இனம், பர்மிய இனம், கோரட் இனம் ஆகியவை. சயாமிய இனத்தின் குரல் வளம் மிகுதி. பர்மிய இனம் அமைதியாகக் காணப்படும். பொதுவாக இந்த இனங்களில் பல சிறந்த குணங்களும் இருப்பதால் இவற்றை வளர்க்கப் பலரும் ஆர்வம் காட்டுகின்றனர்.

**சயாமிய இனம்.** இவ்வினப் பூனைகள் தனிப்பட்ட தோற்றமும் மிகுந்த பாசமும் அறிவும் கொண்டவை. மனிதனின் அன்பும், கவனிப்பும் இருந்தால் இப்பூனைகள் நன்கு பழக்கூடியவை. இவ்வினத்தில் எட்டு வகையான பூனைகள் உள்ளன. பெருமளவில் காணப்படுவது சீல் பாய்ண்ட் எனப்படும் இனம். இள மஞ்சள் நிற அடிப்படையில் பழுப்பு முகம், காது, வால், கால் ஆகியன காணப்படும். தலை நீண்டும் ஒழுங்கான அமைப்பிலும் காணப்படும். காதுகள் அடியில் அகன்றும் நுனியில் கூர்மையாகவும் இருக்கும். கண்கள் நீல நிறத்தில் இருப்பது ஒரு தனிப்பட்ட அறிகுறி எனலாம். உடல் நீண்டும், மெலிந்தும், கால்கள் மெலிந்தும் இருக்கும்.

**ஹவானா பழுப்பு.** ஹவானாவுடன் எந்தத் தொடர்புமின்றி இவ்வினம் முன்பு செஸ்டனட் பிரவுன், குட்டைமுடி என்னும் பெயரில் குறிக்கப்பட்டது. இந்த இனம் சாக்லெட் பாய்ண்ட் சயாமிய இனத்திலிருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்டது. அதனால் இது அடிப்படையில் சயாமிய இனத்தை ஒத்துள்ளது. பளபளப்பு பழுப்பு நிற முடி சயாமிய இனத்தை விடச் சற்றே நீண்டிருக்கும். உடல் அமைப்பு சயாமிய இனத்தைப் போலவே நீண்ட தலை, நீண்ட கூர்மையான காது, நீண்ட கால், கூர்ந்த வால் கொண்டது. கண்கள் பிறக்கும்போது நீல நிறத்திலும் பின்பு ஆறு மாத காலத்தில் பச்சையாகவும் இருக்கும். குட்டிகள் இவற்றின் தாய் தந்தையர் நிறத்தில் பிறக்கின்றன. இவ்வினம் மிகவும் அறிவுள்ளதாகவும், மென்மைத் தன்மை கொண்டும் இருக்கும். இவற்றின் குரல் சயாமிய இனத்தைப் போலன்றிச் சற்றே குறைந்த அளவில் ஒலிக்கும். இந்த இனம் மிகுந்த ஈரத்தையும் குளிரையும் விரும்புவதில்லை.

**பர்மிய இனம்.** இது பாசமும் மகிழ்ச்சியும் அளிக்கும் இனம். இந்த இனத்தின் மூதாதைகளும் சயாமிய இனமே என்று கருதப்படுகிறது. சயாமிய இனத்தைப் போல் குரல் இல்லை என்றாலும் இது சயாமிய இனத்தைப் போன்று கூரிய அறிவு படைத்தது. தொடக்கத்தில் பர்மிய உள்ளூர் இனம் சயாமிய இனங்களும் கொண்ட கலப்பில் இந்த

இனம் தோன்றியிருந்தாலும் மியான்மரில் இது மிகுந்து காணப்படுவதில்லை. அமெரிக்காவில் மிகுதியாக இனப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட இந்த இனம் பல நிறங்களையும் அழகான தோற்றத்தையும் பெற்றுள்ளது. இவற்றுள் பரவலாகக் காணப்படுவது பழுப்புப் பர்மிய வகையாகும். குட்டியாக இருக்குமபோது இளம் சாக்லேட் அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறமாகவும் பின்பு வளர்ந்தபின் இயற்கையான பழுப்பு நிறமும் பெறும்.

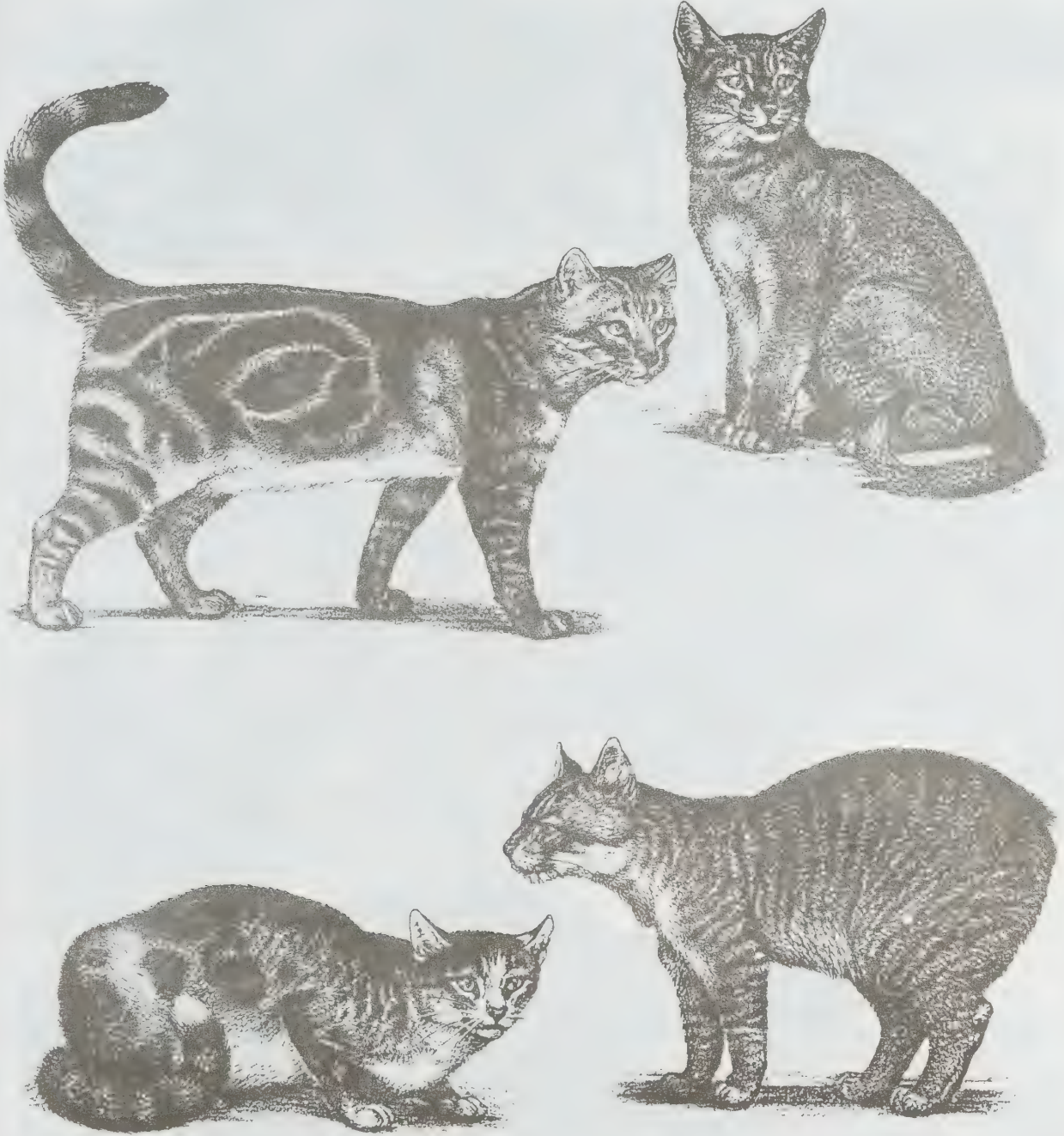
தலை சற்றே உருண்டையாகவும் காதுகள் நல்ல இடைவெளியில் அமைந்தும் அடியில் அகன்றும் நுனியில் உருண்டையாகவும் காணப்படும். கண்கள் தங்க நிறமாகவோ பச்சை மஞ்சள் நிறமாகவோ காணப்படும். உடல் நீண்டும் மெலிந்தும் கால்கள் உடலுக்குத் தக்கவாறு மெலிந்தும் இருக்கும். கால் நீண்டும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். இந்த இனம் தற்போது சாக்லேட் சிவப்பு, மஞ்சள், நீல மஞ்சள் போன்ற பல நிறங்களிலும் காணப்படுகிறது.

**கோரட் .** தாய்லாந்தைச் சேர்ந்த பிறிதோர் அழகிய இனம் கோரட் ஆகும். இது தாய்லாந்து, கோரட் பீடபூமியில் பல நூற்றாண்டுகளாக வளர்க்கப்பட்டு வருகிறது. இந்த இனம் நடுத்தரமான உடலமைப்பு கொண்டது. இதய வடிவிலான முகமும் நீண்ட காதுகளும் கொண்ட இந்த இனத்தின் கண்கள் குட்டிகளில் நீலமாகவும் பெரிய பூனைகளில் பழுப்பு அல்லது பசும் மஞ்சள் நிறத்திலும் காணப்படும். உடல் முடி பளபளப்பாகவும் இளநீல நிறத்திலும் இருக்கும்.

மேலை நாட்டுப் பூனை இனங்கள் நீண்ட சடை முடி கொண்டவை என்றும், குட்டையான சடைமுடி கொண்டவை என்றும் இரு பிரிவுகளாக உள்ளன. நீண்ட முடி கொண்ட பூனைகள் அங்கோரோ என்னும் இடத்திலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டமையால் அங்கோரா இனம் எனப்படும். பின்னர் பெர்சியாவிலிருந்து புதிய, நீண்ட முடி கொண்ட இனங்கள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பின் இவை இரண்டையும் இனப்பெருக்கம் செய்வித்துப் புதிய பெர்சிய இனங்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. நீண்ட முடி கொண்ட இனங்கள் மிகவும் அழகானவை என்றாலும் நீண்ட முடியைத் தூய்மையாக வைத்திருப்பது கடினமான செயலாகும். இவற்றை நாள்தோறும் இருமுறை தூய்மைப்படுத்த வேண்டும்.

**பெர்சிய இனம்.** இந்த இனத்தில் பல நிறங்கள் இருக்கக்கூடும். ஒரே நிறம் அல்லது பல நிறங்கள் கொண்ட





பூனை வகைகள்



பூனை வகைகள்





பூனை



பூனை வகைகள்





பூனைகள் நீண்டஉருண்டையான மென்மையான முடி கொண்டு காணப்படும். இவ்வினப் பூனைகளுக்கு அகன்ற உருண்டையான தலையும், சிறிய மூக்கும், சிறிய காதுகளும், பெரிய ஒளிபொருந்திய கண்களும், பல நிறங்கொண்ட தோலும் அமைந்திருக்கும். உடல் நீண்டும், சிறிய மார்பும், உறுதியான கால்களும், குட்டையான அடர்ந்த வாலும், வாலின் நுனியிலும் காதுகளிலும் குஞ்சம் போன்ற முடியும் மற்ற அடையாளங்களாகும்.

கறுப்புப் பெர்சியன் இனம் பெர்சிய இனங்களில் மிகவும் பழமையானது. குட்டிகளில் துருப் போன்ற நிறம் இருந்தாலும் ஓராண்டில் ஆழ்கறுப்பு நிறம் தோன்றுகிறது. சில சமயம் கோடுகளும் அடர்ந்த திட்டிகளும் காணப்படக்கூடும்.

வெள்ளைப் பெர்சியன் இனங்களில் நீலம், ஆரஞ்சு அல்லது இரண்டும் கலந்த நிறங்களில் கண்கள் காணப்படும். நீலநிறக் கண்களும் நீண்ட முடியும் பெற்ற இனங்கள் பொதுவாகக் காது கேளாதவையாக இருக்கும். கண்கள் இரு நிறத்தில் இருக்கும். ஆரஞ்சு வண்ணக் கோடுகள் இந்த இனங்களில் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

நீல தீள்முடி பெர்சியன் இனம் மிகவும் அழகான இனம் எனலாம். இந்த இனத்தில் பல மாறுதல்கள் தோன்றுகின்றன. இருப்பினும் பழுப் கலந்த நீல நிறமே பொதுவாகக் காணக்கூடியது. குட்டிகளில் நிறங்கள் நிலையானவை அல்ல என்பதால் குட்டிகளின் நிறத்தை வைத்துப் பெரிய பூனைகளின் நிறத்தைக் கூற இயலாது. ஏனெனில் குட்டிகள் வளரும்போது நிறங்கள் மாறுதல் அடைகின்றன.

சிவப்பு அல்லது ஆரஞ்சு தீள்முடி இனம் ஆரஞ்சுப் பெர்சியன் எனப்படும். இவற்றின் கண்கள் தாமிர நிறத்தில் இருக்கும். கறுப்புப் புகை போன்ற நிறப் பெர்சியன் இனங்களின் ஆழ் கறுப்பு நிறமாகவும், காது மடல்கள் வெண்மையாகவும் இருக்கும். இந்த இனத்தைப் போலவே நீலப்புகை நிற பெர்சியன் இனங்களும் உள்ளன. இவற்றில் கறுப்பு நிறத்திற்குப் பதிலாக நீல நிறம் காணப்படும்.

வெள்ளி நிற தீள்முடிப் பெர்சியன் இனம் மிகவும் அழகானது. இளவெள்ளி நிறத்தின் அடிப்படையில் கரிய கோடுகள் அமையப்பெற்ற இந்த இனத்திலும் குட்டிகளின் நிறம் வளர வளர மாறுதல் அடைகிறது. பழுப்பு தீள்முடிப் பெர்சியன், சிவப்பு தீள்முடிப் பெர்சியன் போன்றவையும் இந்த இனத்தில் உள்ள வேறு பிரிவுகளாகும். இவை தவிர சின்சிலா எனப்படும் இனமும் மிகவும் அழகியது. இவற்றின் வெள்ளை முடிகளின் நுனியில் கறுப்பு நிறம் அமைந்து

கண்களும் தோற்றத்தை அளிக்கிறது. இவை சற்றே சிறிய உடலமைப்பு கொண்டவையாகும். மற்றப் பெர்சியன் இனங்கள் ஆமை ஓட்டு நிற தீள்முடி, நீல இள மஞ்சள் தீள்முடி, இருநிறம் கொண்ட தீள்முடிப் பெர்சியன் இனங்களாகும். பெர்சியன் இனம் தவிர மற்ற தீள்முடி இனங்களில் மைன்கடன், சோமாலி போன்ற இனங்கள் சிறப்பானவை. இவை முறையே இங்கிலாந்திலும், அமெரிக்காவிலும் வளர்க்கப்படுகின்றன.

குட்டையான முடி கொண்ட இனங்கள் இரு வகைப்படும். முதல் வகை பிரிட்டனையும் ஏனைய வகை வேறு நாடுகளையும் சேர்ந்தவை. இவையனைத்திற்கும் கூடுதல் பராமரிப்புத் தேவையில்லை. பிரிட்டன் குட்டை முடி இனங்கள் நடுத்தர உடலமைப்பும், உறுதியான தசைகளும், அகன்ற மார்பும், பெரிய வட்ட வடிவத் தலையும் கொண்டவை. தாடைகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும் சிறிய கால்கள் அகன்றும் நுனியில் வளைந்தும் காணப்படும். கால்கள் குட்டையாகவும் உறுதியாகவும் இருக்கும். வால் நீளம் குறைந்தும் அடிப்பகுதியில் அகன்றும் நுனியில் சிறுத்தும் இருக்கும். இந்த இனத்திலும் பல வேறுபட்ட பிரிவுகள் உள்ளன.

வெள்ளைக் குட்டை முடி இனம் ஒளிரும் வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும். கண்கள் நீலமாகவோ, ஆரஞ்சு நிறத்திலோ இருக்கும். நீல நிறக் கண்கள் கொண்ட பூனைகள் செவித்திரணற்று இருக்கும். கறுப்பு நிறக் குட்டை முடி இனத்தைச் சிலர் நன்மை தரக்கூடியது என்றும் சிலர் தீமை தரக்கூடியது என்றும் கருதுகின்றனர். இவற்றின் கண்கள் ஆரஞ்சு நிறமாகவோ, தாமிர நிறமாகவோ இருக்கும். பிரிட்டன் நீல இனம் மிக அழகிய இனங்களுள் ஒன்றாகும். பழுப்பு நீல நிற உடலும் ஆரஞ்சு அல்லது தாமிர வண்ணக் கண்களும் கொண்ட இந்த இனம் மிகவும் அறிவுள்ளதும் பாசமுடையதும் ஆகும். உடல் முழுவதும் கோடுகளோ அடையாளங்களோ கொண்ட இனம் டாபி எனப்படும். இதில் பழுப்பு நிறம், வெள்ளி நிறம், சிவப்பு நிறம், ஆமை ஓட்டு நிறம், நீல மஞ்சள் நிறம், புள்ளியுடைய நிறம் கொண்ட பிரிவுகள் உள்ளன.

மற்ற நாடுகளில் உள்ள குட்டை முடிப் பூனைகள் மெலிந்த உடலமைப்பும் நீண்ட வாலும் மெலிந்த கால்களும் கொண்டவை. தலை மேலே அகலமாகவும் வாய்க்கருகே குறுகியும் இருக்கும். காதுகள் பெரியவையாகவும் கூராகவும் இருக்கும். இவற்றைப் பராமரிப்பது எளிது. இதில் அபிசீனிய இனம், ரஷிய நீல இனம் ஆகியவை உள்ளன.



இவற்றைத் தவிர இயற்கை மாறுபட்டமையால் சில புதிய பூனை இனங்கள் தோன்றியுள்ளன. இவற்றைத் தனியான இனங்களாகக் குறிப்பிட்டு வளர்க்க முடியாது. சில இனங்களில் இறப்பு விகிதம் மிகுந்திருக்கும். இப்பிரிவில் ரெக்ஸ், மான்கீஸ், ஜப்பானிய பாப்டெய்ல், ஸ்காட்டிஷ் போல்ட், டர்க்கிய நீச்சல் பூனை, பர்மியப் புனிதப் பூனை, ராக்டால் போன்ற இனங்கள் உள்ளன.

ரெக்ஸ் இனத்தில் கார்னிஷ், தேவன் ரெக்ஸ் ஆகிய இனங்கள் முதன்மையானவை. மான்கீஸ் இனத்தில் மிகச் சிறிய வால் அல்லது வால் இல்லாமல் இருக்கும். இவை நன்கு விளையாடக் கூடிய இனங்களாகும். ஜப்பானிய பாப்டெய்ல் உறுதியான உடலமைப்புக் கொண்டது. தலை முக்கோண வடிவிலும் வால் 1 மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். ஸ்காட்டிஷ் போல்ட் ஏறத்தாழ முடியற்ற இனமாகவே தோன்றும். காதுகள் முன்புறம் கீழ்நோக்கியும் இருக்கும். டர்க்கிய நீச்சல் பூனைகள் நீச்சலில் விருப்பமுடையவை. இவற்றில் நீண்ட முடியும், முகத்திலும் வாலிலும் திட்டுகளும் கறுப்பு வளையங்களும் உள்ளன. பர்மியப் பூனைகள் நீண்ட வெளுத்த உடல் திறமும் வெண் பாதங்களும் கொண்டவை. இவை பர்மியக் கோவில் பூனைகளின் வழிவந்தவை என்று கருதப்படுகிறது. இந்த இனங்கள் இயற்கைக்கு மாறுபட்டவை என்பதால் இவற்றைத் தனி இனமாக வளர்த்துப் பராமரிப்பதில்லை.

இரா. வசந்தகுமார்

# பொருளடைவு

கட்டுரைத்தலைப்புகள்	பக்க எண்
பாக்கு மரம்	1
பாக்குச் சிட்டு	4
பாக்கை	5
பாக்கிய எதிர்காரணிகள்	6
பாக்கிய ஒளிர்வு	7
பாக்கியத் தொற்றுக்காரணிகள்	8
பாக்கிய மரபியல்	10
பாக்கிய வகைப்பாட்டியல்	13
பாக்கியா (கால்நடை)	18
பாக்கியா (தாவரவியல்)	20
பாக்கியா (விலங்கியல்)	23
பாக்கியா உண்ணி (மருத்துவம்)	27
பாக் நீர்ச்சந்தி	28
பாகல்	29
பாகியல்	31
பாகு தன்மை	36
பாகை	36
பாகை அளவி	37
பாகை நூள்	39
பாச்சை காண்க: கரப்பான் பூச்சி	39
பாசன நிலங்களின் வடிகால்	39
பாசன நீரின் பண்புகள்	42
பாசிக் காளான்	50
பாசிட்ரான்	54
பாசிட்ரான் எலெக்ட்ரான் மோது கற்றைகள்	56
பாசிட்ரோனியம்	58
பாசிப் பயறு காண்க: பச்சைப் பயறு	60
பாசிப் பூசணம் காண்க: பாசிக் காளான்	60
பாசில்லேரியோபைசி	61
பாட் நோய்	62



பாட்லென் நோய்	63
பாடுபவர் குரல் நாண் நோய்	63
பாடும் சிட்டு	64
பாண்டா	65
பாதம்	66
பாதரசம் (நிலவியல்)	67
பாதரசம் (மருத்துவம்)	68
பாதரசம் (வேதியல்)	68
பாத வாய் நோய்	75
பாத வீழல்	75
பாதாம் பருப்பு	75
பாதிரிக் குடும்பம்	79
பாதுகாப்புக் காரணி	82
பாதுகாப்பு நிறம்	83
பாதுகாப்பு விளக்கு	83
பாஃப் கணக்கு	83
பாப்பஸ் தேற்றம்	83
பாப்ரி நோய்	84
பாபாஹோமி ஜகாங்கீர்	84
பாபிட் கலப்பு உலோகம்	85
பாபிட் விரிகுடா	85
பாம்பன் கால்வாய்	86
பாம்பிரி	86
பாம்பு	87
பாம்புக் கடி	92
பாம்புத்தாரா	93
பாம்புப் பருந்து	94
பாமே	95
பாய்ங்கர், ஜூல்ஸ் ஹென்றி	97
பாய்சான் சமன்பாடு	98
பாய்சான், சைமன் டெனிஸ்	98
பாய்சான் பரவல்	99
பாய்சான் விகிதம்	101
பாய்ம இணைப்பு	101
பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி காண்க: காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி	101
பாய்ம இயக்கவியல்	102

பாய்ம எந்திரவியல்	102
பாய்மங்களில் அலையியக்கம்	104
பாய்மத் திரிபியல்	108
பாய்ம நிலையியல்	110
பாய்மப் பாய்வு	111
பாய்மப் பாய்வுக் கொள்கை	112
பாய்மம்	113
பாய்மரக் கப்பல்	115
பாய்மர மீன்	116
பாயிண்டிங் திசையம்	117
பாயில், ராபர்ட்	119
பாயில் விதி	120
பார்க்கின்சோன் நோய்	120
பார்செக்	122
பார்டெட்டெல்லா பெர்டுசிஸ்	122
பார்த்தீனியம்	123
பார்பரி ஆடு	125
பார்பிச்சுரேட்	125
பார்பிச்சுரேட் தயோ பெண்டால்	128
ஃபார்மால்டிஹைடு	129
பார்லி	130
பார்லேரியா	135
பார்வை ஆய்வு	136
பார்வை உணர்வு	137
பார்வைக் கூம்பல்	137
பார்வைத்த தகடு	138
பார்வை நரம்பு அழற்சி	139
பார்வை நரம்பு நலிவு	139
பார்வைப் புள்ளி	140
பார்வையின்மை	140
பார்ன், மாக்ஸ்	141
பாரசீக் வளைகுடா	142
ஃபாரடே, மைக்கேல்	142
பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதி	143
ஃபாரடே விதிகள் (மின் வேதியியல்)	144
பாரடே விளைவு	145



பாரமானி காண்க: அழுத்த அளவிகளும் அழுத்தத்தை அளத்தலும்	147
பாரன்கைமாத் திசு	149
பாராசிட்டமால்	150
பாரா டைஃபாய்டு	151
பாரால்டிஹைடு	152
பாரிஸ் சாந்து	152
பாரெட் உணவுக்குழல்	154
பாரைட்	155
பால்	156
பால் அறுதியிடல்	156
பால் இனப்பெருக்கம்	167
பால் ஈரமைப்பு	167
பால் உணவுத் தொழில் மேம்பாடு	172
பால் உணவு நுண்ணுயிரி	175
பால் உணவு மாடு	177
ஃபால்கனிபார்மிஸ்	177
பால்காரிக் குருவி	180
பால் குளிருட்டு நிலையம்	181
பால் கெண்டை	185
பால் சார்ந்த பாரம்பரியம்	185
பால் சுரப்பி (கால் நடை மருத்துவம்)	182
பால் சுரப்பி (மருத்துவம்)	193
பால்டிக் கடல்	194
பால் பண்ணை	195
பால் பதப்படுத்தல்	197
பால் பாதுகாப்புப் பொருள்	198
பால் பொருள்	199
பால் மடி	200
பால்நெய்	201
பால்மர் தொடர்பு	203
பால் (மருத்துவம்)	204
பால் மாடு	206
பால்மிட்டேட்	207
பால்லிடாமுள்	208
பால்வழி	208
பால்(வேதியியல்)	212

ஃபாலட் நாலியம்	214
பாலம்	215
பாலாடைக்கட்டி	226
பாலி அக்ரிலேட் ரெசின்	227
பாலி அக்ரிலோதைட்ரைல் ரெசின்	229
பாலி அசெட்டால்	230
பாலி அமைடு ரெசின்	232
பாலி அல்கீன்	233
பாலி ஆக்சி எத்திலேற்ற ஆல்கஹால்	234
பாலி ஈதர் ரெசின்	235
பாலி உல்ஃப்காங்	240
பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால்	241
பாலி எத்திலீன் டெரிப்தாலேட்	242
பாலி எஸ்ட்டர் இழை	243
பாலி எஸ்ட்டர் ரெசின்	246
பாலி ஒலி ஃபின் ரெசின்	250
பாலி ஃபுரனரோ ரெசின்	253
பாலிக்ரீட்டா	255
பாலிங், லைனஸ் (கார்ல்)	258
பாலி சல்ஃபைடு ரெசின்	260
பாலி சல்ஃபோன் ரெசின்	261
பாலிசாக்கரைடு	261
பாலிபோடியேல்	263
பாலியால்	267
பாலியீன்	267
பாலி யூரத்தேன் ரெசின்	268
பாலிலா இனப்பெருக்கம் காண்க: இனப்பெருக்கம்	270
பாலிவினைல் குளோரைடு	270
பாலிஸ்டைரீன் ரெசின்	274
பாலி P சைலீன் ரெசின்	275
பாலுணர்வு இயக்குநர்	275
பாலுணர்வு ஊக்கி	276
பாலுணர்வுக் குறைப்பி	276
பாலுணர்வுப் பிறழ்வு	277
பாலூட்டி	278
பாலூட்டிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை	283



பாலுட்டிகளின் தகவமைப்புப் பரவல்	286
பாலேடு நீக்கி	290
பாலைத்தாவரம்	291
பாலைநில அரிமானக் கூறு	293
பாலை நிலம்	295
பாலைவனச் சோலை	297
பாவட்டை	299
பாவை	300
பாறை	301
பாறை அடுக்கியல்	305
பாறை இழைமப் பகுப்பாய்வு	307
பாறைக் காந்தவியல்	308
பாறைச் சிதைவும் வகையும்	309
பாறைத் தாவரம்	311
பாறை நீரியல்பு	313
பாறை பாஸ்பேட்	316
பாறையடுக்குப் பெயரிடு	317
பாண்கோஸ்ட் கூட்டியம்	319
பாஸ்பட்டைடு	320
பாஸ்பரஸ்	321
பாஸ்பேட்	327
பாஸ்பேட்டுக் கனிமம்	330
பாஸ்கரா I	331
பாஸ்கரா II	331
பாஸ்கல் தேற்றம்	331
பாஸ்கல், பிளே	332
பாஸ்கல் முக்கோணம்	332
பாஸ்டர் கென்னடி நோயியம்	333
பாஸ்கல் விதி	333
பாஸ்சர் லூயி	333
பாஸ் நீர்ச்சந்தி	336
பிக்கார்டு, கிரீன்லீப் விட்டியர்	337
பிக்ரிக் அமிலம்	337
பிக்னோகோனிடா	337
பி.கே.குறியீடு	339
பிசின்(தாவரவியல்)	340
அ.க.15-63அ	

பிசின் பட்டை	342
பிசின் (வேதியியல்)	343
பிசின் வேல்	346
பி.சி.ஐ.	347
பிஞ்சு உதிர்தல்	349
பிஞ்சு நிலைத்தல்	350
பிட்ச் ஸ்டோன்	352
பிட்டுமன்	352
பிட் (மின்னணுவியல்)	352
பிட்யூட்டரிச்சுரப்பி	353
பிடாட் குழாய்	356
பிடாட் குழாய்	357
பிடிப்பி	358
பிடிப்பு மின்சுற்று	359
பிண்ணாக்கு	360
பிண்ணாக்குக் கீரை	364
பிண ஆய்வு	364
பிணந்தின்னிக் கழுகு	364
பிண விறைப்பு	366
பிணிக்கை	366
பிணை தண்டு	367
பிணைந்த மின்சுற்று	367
பிணைப்பு ஆற்றல்	369
பிணைப்பு (எந்திரப் பொறியியல்)	371
பிணைப்புக் கோணமும் நீளமும்	371
பிணைப்பு (வேதியியல்)	374
பிணையல் திரிபளவி	382
பித்தநாள் ஈரல் கடினம்	384
பித்தநாள் பிறவி ஊனம்	385
பித்தப்பை அழற்சி	391
பித்தப்பைக்கல்	392
பித்தப்பை நோய்	393
பித்தப்பைப் புற்றுநோய்	394
பித்தாகரஸ்	395
பித்தாகரஸ் தேற்றம்	395
ஃபிதூசியல் உணர்கோள்	395



பிப்பரசின்	396
பிப்பெட்	396
ஃபிபோணசித் தொடர்	397
ஃபிபோணசி, லியோனார்டோ	397
பிம்ப மாற்றியம்	398
பியர்சன் கார்ல்	398
ஃபியர்டு	399
ஃபியூகோஸ்	400
பியூஃபோர்ட் கடல்	400
ஃபியூரான்	401
பியூட்டனால்	402
பியூட்டாடையீன்	404
பியூமிஸ்	405
பியூரின்	406
பியூரெட்	408
பியூவ்டெர்	408
பியாகுரோமா சைடோமா	409
பிர்கோடைட்	410
பிர்ரோல்	411
பிர்ல்லாயின் மண்டலம்	412
ஃபிரக்டோஸ் காண்க:சாக்கரைடுகள்	415
பிரசவம் காண்க:மகப்பேறு	415
பிரசியோடைமியம்	415
ஃபிரடெரிக்சன் - வாட்டர்ஹவுஸ் நோயியம்	415
ஃபிரடெரிக் தள்ளாடல்	416
பிரண்டை	416
பிரம்பு	418
பிரம்மகுப்தா	421
பிரம்மந்தண்டு	421
பிராக்கியோபோடா	423
பிராக், சர் (வில்லியம்) லாரன்ஸ்	425
பிராக், சர் (வில்லியம் ஹென்றி)	426
பிராகே, டைக்கோ	427
பிராக் விதி	428
ஃபிராங்க் - காண்டன் கொள்கை	429
பிராங்கோபர் கோடு	434

பிராங்கோபர், ஜோசப் வான்	434
பிராங், ஜேம்ஸ்	435
பிராட்லே, ஜேம்ஸ்	435
பிராய்டு, சிக்மண்ட்	437
பிராய் மரம்	439
ஃபிராயன் நோயியம்	440
ஃபிரான்சியம்	441
பிரானிக் கடிகை	441
பிரிகை, எந்திர முறை	442
பிரிசியன் தீவு	444
ஃபிரிட்	444
பிரிட்னி சோலோன்	444
பிரிடின்	445
பிரித்துணர்வி	450
பிரிமிடின்	452
பிரிமென் தசையுறைப் பிதுக்கம்	454
பிரியபுலிடா	456
ஃபிரியான்	458
ஃபிரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் வினை	459
பிரெக்னைட்	460
பிரெஸ்னால் சமன்பாடு	461
பிரேசில் கொட்டை	461
பிரேசில் மரம்	461
பிரேட்டன் சுழற்சி	461
ஃபிரேஷ் முறை	464
பிரையோசோவா	464
பிரௌன் செக்கார்டு நோயியம்	466
பிரௌனியன் இயக்கம்	466
பில்லிப் பயறு	469
பிலிப்பைன்ஸ் கடல்	470
பிலிவாகை	473
பிழிவு, புறந்தள்ளல்	473
பிள்ளைப்பூச்சி	476
பினம்	477
ஃபினமிங், சர் அலெக்சாண்டர்	478
பிளவு நிகழ்ச்சி காண்க: அணுக்கருப் பிளப்பு	478



பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு	478
பிளவை நோய்	479
பிளாக் தேற்றம்	481
பிளாங்க் கதிரியக்க விதி	481
பிளாங்க், மேக்ஸ் (கார்ல் எர்னஸ்ட் ஹூட்விக்)	482
பிளாட்டிப்பஸ்	483
பிளாட்டினம்	484
பிளாஸ்மா இயற்பியல்	487
பிளாஸ்மாகைனின்	495
பிளாஸ்மாவின் அலைகளும் நிலைப்பின்மையும் காண்க:	
அலைகளும் நிலையற்ற தன்மையும், பிளாஸ்மாவின்	496
பிளையோசின் காலம்	498
பிளெக்காப்டிரா	499
பிளேக்	501
பிளேவர்	502
ஃபிளேவி வைரஸ்	503
ஃபிளேவோன்	503
பிற்கொழுங்கால்	509
பிற்போக்கு இயக்கம் (வானியல்)	509
பிறநாட்டுத் தாவரங்கள்	510
பிறப்புத்தட ஒழுங்கின்மைகள் (கால்நடை)	512
பிறப்புறுப்பு (கால்நடை)	513
பிறப்புறுப்பு (மருத்துவம்)	514
பிறப்புறுப்பு மாறுபாடுகள் (மருத்துவம்)	520
பிறவி அர்த்த சந்திரத் தடுப்பிதழ் இறுக்கம்	521
பிறவி ஒலிகடவாச் செவிடு	522
பிறவிக்கட்டி	522
பிறவிக் காயம் (கால்நடை)	523
பிறவிக் காயம் (மருத்துவம்)	523
பிறவிக் குறைபாடு (கால்நடை)	524
பிறவிக் குறைபாடு (மருத்துவம்)	528
பிறவிநிலைத் தோற்ற அமைவு	529
பிறவிப் பரம்பரைப் பார்வை நரம்பு அழற்சி	529
பிறழ்ச்சி காண்க: ஒளிப் பிறழ்ச்சி	529
பின் எரிகலன்	529
பின்புற அலைக்குழாய்	530

பின்மண்டை நிலை	532
பின்விழிக் கோளப் பார்வை அழற்சி	532
பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்	532
பின்னம்	533
பின்னீட்டுக் கோடுகள்	535
பின்னூட்டம்	536
பின்னூட்டுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு	539
பின்னூட்டு மின்சுற்று	539
பின்னோக்கிக் காய்தல்	541
ஃபினசைட்	541
ஃபினடாயின்	542
ஃபினைல் பியூட்டசோன்	543
பி.ஹெச் மதிப்பு	543
பிஸ்கே விரிகுடா	545
பிஸ்மத்	545
பிஸ்மத்தினைட்	548
பிஸ்மைட்	548
பிஜியோனைட்	549
ஃபிஷர் எமில் (ஹர்மான்)	549
ஃபிஷர் - டிராப்போஷ் முறை	550
பீக்கருவேல்	551
பீகானிர் ஆடு	553
பீங்கான்	553
பீச்சு மரம்	554
பீட்கிழங்கு	557
பீட்டாக் கதிர்	561
பீட்டாச் சார்பு	566
பீட்டாச் சிதைவு	567
பீட்டாட்ரான்	571
பீட்டாத்தடைப்பொருள்கள்	573
பீட்டாத்துகள்	575
பீடால் ஆடு	575
பீபிரைட்	576
பீர்க்கு	576
பீவர்	579
பீவிரைட்	580



ஃபீன் அசெட்டின்	581
ஃபீனாந்தரின்	581
ஃபீனால்	582
ஃபீனாலிக் ரெசின்	586
ஃபீனோதயசின்	588
ஃபுகேல்ஸ்	589
புகை	591
புகை போக்கி	591
புகைமருந்து போடுதல்	592
புகையிலை	593
புகையிலையில் பூச்சியும் நோயும்	601
புகையூட்டம்	608
புகையூட்டி	611
புங்க மரம்	611
புங்கனூர் மாடு	614
புசல்ஃபான்	615
புட்சியாரி நோயியம்	615
புட்டம்	616
புட்டாளம்மை	616
புட்பராகம் காண்க: டோபாஸ்	617
புண்ணுடைக் குடலழற்சி	617
புணர்ச்சிப் பிறப்பு	618
புணர்ச்சியிலாப் பிறப்பு	618
புணர்பூசம் காண்க: கழை	620
புணர் விளைவு, உயர்புணர் விளைவு	620
புத்தகப் பேன்	622
புத்துயிர் ஊழி	623
புதர்ச் சுண்டை	625
புதர் வான் கோழி	625
புதர்வேலித் தாவரம் காண்க: வேலித் தாவரம்	626
புதன்	628
புதினா	629
புதைபடிவு	631
புதைபடிவப் பாறை	637
புய எஃபு	638
புயம்	639

புயர்டாவெண்ணூரத்தீவு	640
புயல்	640
புயல் அலை	642
ஃபுரடாண்டின் (தைட்ரோ ஃபுரண்டாயின்)	643
புரத இழைகள்	644
புரதச் சேர்க்கை	646
புரதம்	650
புரத வளர்சிதை மாற்றம்	653
புரவி விண்மீன் குழு காண்க: குதிரை விண்மீன் குழு	655
புரஜெஸ்ட்ரோன்	655
புரியிடல்	657
புருசெல் முனைகள்	658
புருசெல்லோசிஸ்	659
புருக்கைட்	659
புருசைட்	660
புருஸ்டைட்	661
புரோகா பேச்சின்மை	662
புரோசான்டைட்	662
புரோட்டாக்டீனியம்	662
புரோட்டான்	663
புரோட்டான் கவர் கரைப்பான்	665
புரோட்டான் தரும் கரைப்பான்	666
புரோட்டான் புரோட்டான் தொடர்	667
புரோட்டான் விருப்பு வெறுப்பற்ற கரைப்பான்	668
புரோட்டோப்பிளாசம்	668
புரோட்யூரா	669
புரோப்பிலீன்	671
புரோப்பனால்	671
புரோப்பேன்	672
ஃபுரோபிசர் விரிகுடா	672
புரோமின்	672
புரோமீத்தியம்	677
புரோமேட்	677
புரோமைடு	677
புரோலாக்டின்	678
புரோலின்	678



புல்	679
புல் தண்டு தோய்	682
ஃபுல்மினேட்	683
புல்லட்டை	683
புல்லியல்	684
புல்லுருவி	689
புல்வெளிச் சூழ்நிலை மண்டலம்	690
புல அயனி நுண்ணோக்கியியல்	693
புல உமிழ்வு	696
புலங்கூட்டிய உமிழ்வு காண்க: உமிழ்வு, எலக்ட்ரான்	697
புலங்கள்	697
புலக்கொள்கை	699
புலி	700
புலிவஞ்சி	702
ஃபுலோகோபைட்	704
புளி	705
புவிச்சூழற்சி	708
புவிநடுவரை	708
புவிப்புறவியல்	710
புவி மேலோட்டுப் பொருள்கள்	711
புவி வயது	713
புவெண்ணா	716
புழலிடல்	716
புழுக் கொல்லி	722
புழுதிப் புயல்	725
புழு தோய்கள்	727
புழையுடலி	731
புள்ளடி	733
புள்ளி	735
புள்ளிக் குறி மீன்	736
புள்ளித் தொடுகை இரு முனையகம்	737
புள்ளித் தொடுகைத் திரிதடையம்	738
புள்ளித் தோற்றுவாய்	739
புள்ளிப் பற்றுவைப்பு	740
புள்ளிப் பாங்கம்	741
புள்ளி மான்	744

புள்ளியியல்	745
புள்ளியியல் இனம் காண் திறன்	757
புள்ளியியல் தவறுகள்	757
புள்ளிவிவர ஒளியியல்	758
புளிக்க வைத்தல் காண்க: நொதித்தல்	761
புளிச்சக்காய் மரம்	761
புளிச்சைக் கீரை	763
புளியம்பாசி	766
புளிய மரம்	768
புளுட்டான்	771
புளுட்டோனியம்	775
ஃபுளுரின்	778
புளுரைட்	784
ஃபுளுரைடு	785
ஃபுளுரோகார்பன்	786
புளுரோகேன்ட் தோடி	787
புளுரோபிராக்கியா	789
ஃபுளுவோ சிலிக்கேட்	790
ஃபுளுவோபோரேட்	791
ஃபுளோயம்	792
ஃபுளோரஸ் கடல்	797
புற்றுக்கட்டி	798
புற்று நோய் (கால்நடை)	799
புற்றுநோய் (மருத்துவம்)	800
புற அதிர்ச்சிப் புண் மருத்துவம்	801
புற இயக்குநீர்	802
புற உருள்	803
புற உருள்வளை	804
புற ஊதாக் சுதிர்வீச்சு	805
புற ஊதா விளக்கு	805
புற ஒலி உயிரி இயற்பியல்	806
புற ஒலிப் பொறி வினை	808
புற ஒலிமுறை உலோகப் பார்வையிடல்	810
புற ஒலியியல்	811
புறக்குழல் நீளமாதல்	817
புறச் செவி	817



புறச் செவி நோய்கள்	818
புறச் செவிப் பாதிப்பு	818
புறத் தாவியல்	819
புறத்தோல் அழற்சி	824
புறத்தோல் துளை	824
புறநரம்பு நச்சு	826
புறநரம்பு மண்டலம்	827
புறநோக்கி	828
புறப்படல விளைவு	829
புறப்படிமங்கள்	830
புறப்பரப்பில் செயல்படும் வேதிப்பொருள்	832
புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி	833
புறப்பரப்பு வேதியியல்	838
புறப்பிறப்பு	844
புற முந்நீரகம்	845
புறவெளி உடுமண்டலங்கள்	846
புற வேற்றுமை	848
புறா	851
புன்சன், ராபர்ட் வெல்ஹெம்	854
புன்யா வைரஸ்	854
புன்னை	855
புனுகுப் பூனை	856
பூ	859
பூக்கும் தாவரம்	868
பூச்சிக் கட்டுப்பாடு	869
பூச்சிகள்	872
பூச்சிகளின் கண்காணிப்பு	883
பூச்சிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை	885
பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் சட்டம்	893
பூச்சிகளைத் தாக்கும் நுண்ணுயிர் நோய்	896
பூச்சிகொல்லி	897
பூச்சிச் சூழலியல்	913
பூச்சி மேலாண்மை	915
பூச்சியியல்	918
பூச்சியைக் கொல்லும் பூசணம்	919
பூச்சி வினையியல்	920

பூச்சு	921
பூசணக் கொல்லி	926
பூசணம்	927
பூசணவியல்	930
பூசண வேர்	930
பூசணி	932
பூசணி வகை	934
பூசம் காண்க: கொடிறு	936
பூட்டும் முறைகள்	936
பூண்டு	937
பூண்டுத் தாவரங்கள்	940
பூதைட்	941
பூந்தோட்டம்	941
பூநாரை	942
பூமஞ்சரி	944
பூமருது	948
பூரட்டாதி	948
பூரம் காண்க: கனை	948
பூரடம்	948
பூரான	949
ஃபூரியர் தொடர்	950
ஃபூரியர், ஜீன் பாப்டிஸ்ட் ஜோசப்	952
பூல், ஜார்ஜ்	953
பூலிச் சமனிலிகள்	953
பூலியன் இயற்கணிதம்	955
பூவடிவ வளைவரைகள்	955
பூவந்தி	956
பூவரசு	959
பூவன் மரம்	961
பூ வாய்பாடு	964
பூவிலாத் தாவரங்கள்	965
பூனை	966
பூனைக் காலி	968
பூனைப் பருந்து	969
பூனைப் பாம்பு	971
பூனைப் பிறாண்டு இநாய்	972
பூனை வகை	972



# கலைச் சொற்கள்

(தமிழ் - ஆங்கிலம்)

அகச் சிவப்பு வானவியல் செயற்கைக் கோள்	- Infra red astronomical satellite
அகமுகப்பாறை	- Phacolith
அடிமானம்	- Sub structure
அணைவுச் சுவர்	- Abutment
அதிர்வெண்	- Frequency
அமின் நீக்கம்	- Deamination
அமைதியூட்டி	- Sedative
அயர்ச்சித் தடை	- Fatigue resistance
அலை எண்	- Wave number
அலைத்துப் பிரித்தல்	- Jigging
அழிவுச் சுழற்சி	- Lytic cycle
ஆக்சிசனேற்ற நிலை	- Oxidation state
ஆடையாதல்	- Creaming
ஆண் பாலினச் செல்கள்	- Male gametes
ஆரத்திசை வேகம்	- Radial velocity
இசிவு நோய்	- Tetanus
இசைவான நகர்வு	- Proper motion
இடமாறு தோற்றப் பிழை	- Parallax
இணைந்த ஒளி எலக்ட்ரான் எண்ணும் பரவல்	- Joint photo electron counting distribution
இணைந்து ஒன்றாதல்	- Coalescence
இணைப் பல்லுறுப்பி	- Copolymer
இணைப்புப் பட்டியல்	- Contingency table
இயக்கவியல் பண்பு	- Kinematic
இயல்மாற்றம்	- Entropy
இருகால் வாதம்	- Paraplegia
இருநிலையிவிடைச்சவ்வு	- Interfacial film

இருவாழ்வி	- Amphibia
இரப்பைக் குருதி ஒழுக்கு	- Gastric haemorrhage
இலைத் தண்டு	- Sympodial
இலைத் துளை	- Stomata
இழுவை விசை	- Tractive force
இழைபுரி	- Pinneret
இறுக்க விசை	- Thrust
இன்தேறல் வடித்தல்	- Brewing
ஈரியல்புத்தன்மை	- Amphoteric nature
உடனியைபு	- Compatibility
உருமண்டலம்	- Galaxy
உணர்தீட்சி	- Antennae
உணர்வு உறுப்பு	- Lophophore
உதர மடிப்பு	- Omentum
உயவுப் பொருள்	- Lubricant
உயிரிக் கலவை	- Starter culture
உயிரி வேதி வினை	- Biochemical reaction
உருளைப் புழு தோய்	- Nematodiasis
உலோகக் கலவை	- Amalgams
உள் ஓட்டுச் சதைக் கனி	- Drupe
உள்ளுறுப்பு	- Brachidine
உறுப்புத் துருத்தல்	- Hernia
உறை	- Larica
உறையூக்கி	- Coagulant
உரசல் பகுதி	- Ram
உரசல் மணம்	- Musty odour
உரசற் புயக்கருவி	- Rocker arm machine
உறு விட்டம்	- Stringer beam
உதுலை	- Blast furnace
உணர்	- Serum



எண்ணெய் விரும்பி	- Rleophilic
எண்ணெயில் நீர் வகை	- Water in oil
எரிமலைச் செயல்	- Valconism
எலும்பினைப் பாதிக்கும் சோற்றுப்புற்று	- Myeloma
ஏந்து சுவர்	- Skew back
ஒத்தியங்கு நிலை	- Synchronization
ஒரு நிலையாக்கி	- Homogeniser
ஒளிவட்டம்	- Corona
ஒங்கு மரபணு	- Dominant gene
ஒருறுப்பி	- Monomer
கட்புலன் பகுதி	- Visible region
கடினமான இணைப்புக் குழல்	- Tunica albuginea
கடைக்கால்	- Foundation
கடை மார்பு	- Metathorax
கண்ணறைப் படுகைப் பாலங்கள்	- Vented cause ways
கருப்பை உள்ளுறை	- Endometrium
கரைசல்	- Solution
கரைத்துப் பிரித்தல்	- Leaching
கலங்குமை	- Turbidity
கற்காரை	- Concrete
காப்பணை	- Coffor dam
காலின்மை	- Amelia
கிடை	- Horizontal
கிணற்றுக் கடைக்கால்	- Well foundation
கீல் சட்டகப் பாலம்	- Truss bridge
கீல் தளப் பாலம்	- Through bridge
கீழ் நாண்	- Bottom chord
கீற்றுத் துகள்	- Streak
குருணை	- Granule
குருதிக்குழாய்ப் புற்று	- Haemangioma

குருதிப் பெருக்கு	- Haemorrhage
குருதியின் சீழ்க்கலப்பு	- Pyaemia
குழாய் நிறப் பிரிகை	- Column chromatography
குழுவியல் பகுப்பாய்வு	- Combinational analysis
குறியீடு	- Signal
குறுக்குச் சட்டகம்	- Lateral bracing
குறுக்கணை நகர்வு	- Crosswise motion
குறுக்குப் பிணை உத்தரம்	- Lattice girder
குறை ஒலி வேகம்	- Subsonic speed
குன்றல் பகுப்பு	- Mitosis
கூட்டு உயிர் வாழ்க்கை	- Symbiosis
கூட்டுக் கட்டுமானம்	- Composite construction
கொடுங்கைப் பாலம்	- Cantiliver bridge
கொந்தளிப்பு ஓட்டம்	- Turbulent flow
கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால்	- Skim milk
சட்டகப் பாலவகை	- Rigid frame bridge
சட்டங்களில் பாடஞ்செய்தல்	- Rack curving
சம சிதைவு நிலை	- Degeneracy
சமநிலை மாற்றி	- Tautomer
சமன்சீர்	- Balanced
சராசரி விலக்கம்	- Mean deviation
சல்லடைத் தட்டு	- Sieve plate
சவ்வூடு பரவும் இழப்பு ஆற்றல்	- Osmotic tension
சாய் சட்டகம்	- Sway bracing
சார்புத் திறம்	- Relative efficiency
சார்பு நிறுத்து திறன்	- Relative stopping power
சாலைத் தளம்	- Deck
சிறு பாலம்	- Culvert
சிறுகுடல் சீதச் சவ்வு	- Intestinal mucosa
சிறும எக இரும்பு	- Minimum chi-square



சிறுமம்	- Minimum
சுவர்த்தூண்	- Pier
சுழல் ஓட்டம்	- Rotational flow
சுழல் பாலம்	- Swing bridge
சுற்றுப் பொறி	- Draughting fan
சுழல் இணைவு	- Conjugation
சேர்க்கைத் தீவிரம்	- Synergism
தகட்டு உத்தர பாலம்	- Plate girder bridge
தசையுறைப் பிதுக்கம்	- Diaphragmatic
தடுக்கிதழ்	- Valve
தடுப்புத்தகடு	- Baffle plate
தரையாணி	- Rivet
தலைக் குருதிக்கட்டு	- Cephalohematome
தளவிட்டம்	- Flow beam
தன் இன உண்ணல்	- Cannibalism
தன்னூட்ட ஆக்கக் கூறுகள்	- Autotrophic components
தனி உறுப்பு	- Free radical
தனிப்பட்ட மதிப்பீடு	- Uniquely estimate
தாக்கு சுமை	- Impact load
தாவர உண்ணி	- Herbivore
தாவரப் பால்	- Latex
திசு வளர்ச்சிக் குறைவு	- Hypoplasia
திசையன் புலம்	- Vector field
திட்ட விலக்கம்	- Standard deviation
திடீர் மாற்றம்	- Mutation
திரிதல்	- Coagulation
திருப்புமை	- Torque
தூண்டு மின்னியக்கு விசை	- Induced electromotive
தொங்கல் கரைசல்	- Suspension
தொங்கு பாதம்	- Foot amp

தொங்கு பாலம்	- Suspension bridge
தொங்கு வடப்பாலம்	- Cable stayed bridge
தொடர்ச்சியில்லா ஆற்றல்	- Discrete energy
தொடர்பு இயற்பியல்	- Continuum physics
தொடர் பொழிவுக் கொள்கை	- Cascade theory
தொடர் வினை	- Chain reaction
தொப்பிப்பாறை	- Accolith
தொல் நடத்தை	- Fossil behaviour
தொற்றுத் தாவரம்	- Epiphyte
நங்கூர நீட்டம்	- Anchor span
நச்சு நாளம்	- Proteroglych
நடு மார்பு	- Meso thorax
நடைத் தடுமாற்றம்	- Wobbles
நம்பக நிகழ் தகவு	- Fiducial probability
நலிவூட்டி	- Attenuation
நறுக்கு இணைப்பு	- Shear connector
நிகழ் வெண் செவ்வகப் படம்	- Histogram
நிலக் கோளம்	- Lithosphere
நிலைப் பாலம்	- Fixed bridge
நிலைமை	- Phase
நிறக்குருடு	- Colour blindness
நிறமூட்டி	- Colouring agent
நீர் கடத்துந் தன்மை	- Hydraulic conductivity
நீர்த்த	- Dilute
நீர்ம வெண்ணெய்	- Cream
நீர் விரும்பி	- Hydrophilic
நுகர் உறுப்பு, திண் மூக்கு	- Proboscis
நுண் கல்லாய்வு	- Petrographic analysis
நுண்ணுயிரிகள்	- Planktons
நுரையீரல் உறை	- Pleura



நெகிழ்வுட்டி	- Plasticizer
நெகிழி	- Plastic
பசங்கணிகம்	- Chloroplast
படிம ஆய்வு	- Model testing
படுகைப் பாலம்	- Cause way
பண்பேற்றம்	- Modulation
பயன் சுமை	- Live load
பரவளைய	- Parabolic
பருத்திக்காய் மூக்குவண்டு	- Cotton ball weevil
பல் உருவத் தன்மை	- Polymorphism
பல்லுலக்கூறு சவ்வு	- Polymolecular film
பலகப்பாலம்	- Slab bridge
பல திசைப் பண்பு	- Anisotropic
பனிக் குழைவு	- Ice cream
பாகியல்	- Viscosity
பாகை அளவி, கோண அளவி	- Sextant
பாசி உயிரி	- Bryozoa
பாண்டு நோய்	- Dropsy
பாய்வு இயல்	- Rheology
பாய்வுக் கோடுகள்	- Lines of flow
பார்வை நரம்பு	- Optic nerve
பார்வை நரம்பு அழற்சி	- Pappillitis
பார்வையின்மை	- Amblyopia
பால் உந்துதல்	- Sex impulse
பால் சுரப்பி	- Mammary gland
பால் தெளிவு	- Whey
பால் நிலைப் படுத்துதல்	- Pasturisation
பால்மம்	- Emulsion
பால்மமாக்கல் தூண்டி	- Emulsifying agent
பால்மமாக்கி	- Emulsifier

பால்வீதி	- Milky way
பாலேடு பிரிப்பான்	- Cream separator
பிணைத் தகடு	- Gusset plate
பிணைப்பான்	- Binder
பிரபஞ்ச நடனம்	- Cosmic dance
பிளவை நோய்	- Canker disease
பிறழ்வு	- Promaly
புகையிலைச் சுருட்டை நச்சுயிரி	- Tobacco leaf curl virus
புகையூட்டம்	- Fumigation
புண்ணுடைய பெருங்குடல் அழற்சி	- Ulcerative colitis
புய என்பு	- Humerus
புயல், சுழல் காற்று	- Hurricane
புல் தண்டு நோய்	- Grassy shoot disease
புல்லட்டை	- Vaginulus
புல்லியல்	- Agrostology
புல அயனி நுண்ணோக்கி	- Field emission microscope
புவி ஓடு	- Earth crust
புவிப் புறவியல்	- Geomorphology
புழல் சந்தி	- Funnel junction
புழலிடல் நிகழ் தகவு	- Tunneling probability
புழுக்கொல்லி	- Ursecticides
புழையிடுதல்	- Cavitation
புள்ளிப் பாங்கு குறுக்கீட்டியல்	- Stellar speckle interferometry
புற ஊதாக் கதிர்	- Ultraviolet ray
புறத் தோல் அழற்சி	- Acrodermatitis
பூவிலாத் தாவரம்	- Cryptogam
பெரும அடர்வு	- Maximum intensity
போலி அல்லது பொருளற்ற உடல் உறவு	- Spurious Correlation
மத்தள இழைகள்	- Trumpet hyphae
மரபியல் குறியீடு	- Genetic code



மரபு ஏற்பிகள்	- Recipient genetics
மலத்துளையின்மை	- Aterisiaani
மலமிளக்கி	- Purgative
மாற்றிடக் கருத்தரிப்பு	- Adventive embryony
மாறிகளின் தொடர்பு குணகம்	- Regression Coefficients
மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலிகள்	- Dielectric constants
மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு	- Electro magnetic radiation
மின் தடைப்பற்று வைப்பு	- Resistance welding
மின் முனைக் கவர்ச்சி	- Electrostatic force
மின்னழுத்தப் பெட்டி	- Potential box
மின்னோட்டப்பெருக்கம்	- Current gain
மினொலி	- Ultrasonic sound
மீவளிமண்டலம்	- Stratosphere
முகடு	- Anode
முடியின்மை	- Hypotrichosis
முதல் உயிரூழிக் காலம்	- Proterozoic era
குழைப் பாவை	- Ayke
முளை சூழ்தசை	- Endosperm
முற்றுத் திசை வேகம்	- Terminal velocity
முறி மெய்யங்கள்	- Lysosomes
முன் மார்பு	- Prothorax
முனைத் தூண்	- End post
மூக்கில் குருதி வழிதல்	- Epistaxis
மூலாதார வெட்டு	- Episistomy
மூளை நீர்க் கோப்பு	- Hydrocephalus
மேல் நாண்	- Top chord
மேலிதழ்ப் பிளவு	- Hare lip
மேற் கட்டடம்	- Super structure
மேற் தோலின்மை	- Epithelio genesis imperfecta
மையச் சுழற்சி	- Centrifuge

மையவிலக்கு விசை	- Centrifugal force
மைய வரம்புத் தேற்றம்	- Central limit theorem
மொத்த பல்லுறுப்பாக்கம்	- Bulk polymerization
வகைக்கெழுச் சமன்பாடு	- Differential equation
வசந்த சம நோக்கு நாள்	- Vernal equinox
வயிற்று உறை	- Peritonium
வளிம அழுகல்	- Gas gangrene
வளிம இயக்கவியல்	- Aero dynamics
வளிம ஊடுருவல்	- Gaseous diffusion
வாய்மூடி	- Epistome
வாயிற் சட்டகம்	- Portal bracing
விட்டம்	- Beam
விதையிலை	- Cotyledon
விரிதிறன் கொண்ட நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து	- Blood spectrum antibiotic
விலக்கம்	- Deflection
வில்நாண்	- Bow- sting
விறையுக் கோடு	- Influence line
விறைப்பூட்டி	- Stiffener
விறையுள் தங்கல்	- Crypto - orchidism
வெட்டும் உந்தம்	- Shearing force
வெப்ப இயக்கவியல்	- Thermo dynamics
வெப்பச் சுமை	- Thermal loading
வெப்பச் சுருக்கம்	- Heat shrinkage
வெப்பத்தால் தூறும் நெகிழி	- Thermo setting plastic
வெள்ளணுக்குறு புற்று நோய்	- Acute lymphatic leukemia
வெள்ளையணுச் செல்	- Neutrophil
வெற்றிட வில்	- Vaccum arc
வேதித் திடீர் மாற்றிகள்	- Chemical mutagens
வேதி நோய் நீக்க முறை	- Chemotherapy
வேதி வகைப்பாட்டியல்	- Chemotaxonomy



# கலைச் சொற்கள்

(ஆங்கிலம் - தமிழ்)

Abutment	- அணைவுச் சுவர்
Acrodermatitis	- புறத் தோல் அழற்சி
Acute lymphatic leukemia	- வெள்ளணுக் குறை புற்றுநோய்
Adventive embryony	- மாற்றிடக் கருத்தரிப்பு
Aerodynamics	- வளிம இயக்கவியல்
Agrostology	- புல்லியல்
Amalgams	- உலோகக் கலவை
Amblyopia	- பார்வையின்மை
Amelia	- காலின்மை
Amphibia	- இரு வாழ்வி
Amphoteric nature	- ஈரியல்புத் தன்மை
Anchor span	- நங்கூர நீட்டம்
Anisotropic	- பல திசைப் பண்பு
Anomaly	- பிறழ்வு
Antennae	- உணர் நீட்சி
Aterisiaani	- மலத்துளையின்மை
Attenuator	- நலிவுட்டி
Autotrophic components	- தன்னூட்ட ஆக்கக் கூறுகள்
Baffle plate	- தடுப்புத் தகடு
Balanced	- சமச்சீர்
Beam	- விட்டம்
Binder	- பிணைப்பான்
Biochemical reaction	- உயிரி வேதி வினை
Blast furnace	- ஊதுலை
Bottom chord	- கீழ் நாண்
Bow string	- வில் நாண்
Brachidine	- உள்ஈறுப்பு
Brewing	- இன்தேறல் வடித்தல்
Broad spectrum antibiotic	- விரிதிறன் கொண்ட நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து

Bryozoa	- பாசி உயிரி
Bulk polymerisation	- மொத்தப் பல்லுறுப்பாக்கம்
Cable stayed bridge	- தொங்குவடப் பாலம்
Canker disease	- பிளவை நோய்
Cannibalism	- தன் இன உண்ணல்
Cantilever bridge	- கொடுங்கைப் பாலம்
Cascade theory	- தொடர் பொழிவுக் கொள்கை
Causeway	- படுகைப் பாலம்
Cavitation	- புழையிடுதல்
Central limit theorem	- மைய வரம்புத் தேற்றம்
Centrifugal force	- மைய விலக்கு விசை
Centrifuge	- மையச் சுழற்றி
Cephalo hematoma	- தலைக் குருதிக் கூட்டு
Chain reaction	- தொடர் வினை
Chemical mutagens	- வேதித் திடீர் மாற்றிகள்
Chemo therapy	- வேதி நோய் நீக்க முறை
Chemotaxonomy	- வேதி வகைப்பாட்டியல்
Chloroplast	- பசுங்கணிகம்
Coagulant	- உறையூக்கி
Coagulation	- திரிதல்
Coalescence	- இணைந்து ஒன்றாதல்
Coffer dam	- காப்பணை
Colour blindness	- நிறக்குருடு
Colouring agent	- நிறமூட்டி
Column chromatography	- குழாய் நிறப்பிரிகை
Combinational analysis	- குழுவியல் பகுப்பாய்வு
Compatibility	- உடனியைபு
Composite construction	- கூட்டுக் கட்டுமானம்
Concrete	- கற்காரை
Conjugation	- சுழல் இணைவு
Continuum physics	- தொடர்பு இயற்பியல்
Copolymer	- சக பல்லுறுப்பி, இணை பல்லுறுப்பி
Corona	- ஒளி வட்டம்



Cosmic dance	- பிரபஞ்ச நடனம்
Cottonball weevil	- பருத்திக்காய் மூக்கு வண்டு
Cotyledon	- விதையிலை
Cream	- நீர்ம வெண்ணெய்
Creaming	- ஆடையாதல்
Cream separator	- பாலேடு பிரிப்பான்
Crosswise motion	- குறுக்கு நகர்வு
Cryptogam	- பூவிலாத் தாவரம்
Cryptorchidism	- விதையுள் தங்கல்
Culvert	- சிறு பாலம்
Current gain	- மின்னோட்டப் பெருக்கம்
Deamination	- அமின் நீக்கம்
Deck	- சாலைத் தளம்
Deflection	- விலக்கம்
Degeneracy	- சம சிதைவு நிலை
Diaphragmatic	- தசையுறைப் பிதுக்கம்
Dielectric constants	- மின்கடத்ததாப் பொருள் மாறிலிகள்
Differential equation	- வகைக்கெழுச் சமன்பாடு
Dilute	- நீர்த்த
Discrete energy	- தொடர்ச்சியில்லா ஆற்றல்
Dominant genes	- ஒங்கு மரபணுக்கள்
Draughting fan	- சுற்றுப் பொறி
Dropsy	- பாண்டு நோய்
Drupe	- உள் ஓட்டுச் சதைக்கனி
Dyke	- முழைப் பாறை
Earth crust	- புவி ஓடு
Electromagnetic radiation	- மின் காந்தக் கதிர்வீச்சு
Electrostatic force	- மின் முனைக் கவர்ச்சி
Emulsifier	- பால்மமாக்கி
Emulsifying agent	- பால்மமாக்கல் தூண்டி
Emulsion	- பால்மம்
Endometrium	- சுருப்பை உள்ளுறை
Endosperm	- முளை சூழ் தசை

End post	- முனைத் தூண்
Entropy	- இயல்பாற்றல்
Epiphyte	- தொற்றுந் தாவரம்
Epistomy	- மூலாதார வெட்டு
Epistaxis	- மூக்கில் குருதி வழிதல்
Epistome	- வாய்மூடி
Epitheliogenesis imperfecta	- மேற் தோலின்மை
Fatigue resistance	- அயர்ச்சித் தடை
Fiducial probability	- நம்பக நிகழ்தகவு
Field emission microscope	- புல அயனி நுண்ணோக்கி
Fixed bridge	- நிலைப் பாலம்
Floor	- தள விட்டம்
Foot drop	- தொங்கு பாதம்
Fossil behaviour	- தொல் நடத்தை
Foundation	- கடைக்கால்
Free radical	- தனி உறுப்பு
Frequency	- அதிர்வெண்
Fumigation	- புகைபூட்டம்
Galaxy	- உடு மண்டலம்
Gaseous diffusion	- வளிம ஊடுருவல்
Gas gangrene	- வளிம அழுகல்
Gastric haemorrhage	- இரைப்பைக் குருதி ஒழுக்கு
Genetic code	- மரபியல் குறியீடு
Geomorphology	- புவிப் புறவியல்
Granule	- குருணை
Grassy shoot disease	- புல் தண்டு நோய்
Gusset plate	- பிணைத் தகடு
Haemangioma	- குருதிக் குழாய்ப் புற்று
Haemorrhage	- குருதிப் பெருக்கு
Harelip	- மேலிதழ்ப் பிளவு
Heat shrinkage	- வெப்பச் சுருக்கம்



Hemeralopia	- பகல் குருடு
Herbivore	- தாவர உண்ணி
Hernia	- உறுப்புத் துருத்தல்
Histogram	- நிகழ்வெண் செவ்வகப் படம்
Homogeniser	- ஒரு நிலையாக்கி
Horizontal	- கிடை
Humerus	- புய என்பு
Hurricane	- புயல், சுழல் காற்று
Hydraulic conductivity	- நீர் கடத்துந் தன்மை
Hydro cephalus	- மூளை நீர்க்கோப்பு
Hydrophilic	- நீர் விரும்பி
Hypoplasia	- திசு வளர்ச்சிக் குறைவு
Hypotrichosis	- முடியின்மை
Ice cream	- பனிக் குழைவு
Impact load	- தாக்கு சுமை
Induced electromotive force	- தூண்டு மின்னியக்கு விசை
Influence line	- விளைவுக் கோடு
Infrared astronomical satellite	- அகச் சிறப்பு வானவியல் செயற்கைக் கோள்
Interfacial film	- இரு நிலையிடைச் சவ்வு
Intestinal mucosa	- சிறுகுடல் சீதச் சவ்வு
Jigging	- அலைத்துப் பிரித்தல்
Joint photo electron counting distribution	- இணைந்த ஒளி எலெக்ட்ரான் எண்ணும் பரவல்
Kinematic	- இயக்கவியல் பண்பு
Larica	- உறை
Lateral bracing	- குறுக்குச் சட்டகம்
Latex	- தாவரப் பால்
Lattice grider	- குறுக்குப்பிணை உத்தரம்
Leaching	- சுரைத்துப் பிரித்தல்
Lines of flow	- பாய்வுக் கோடுகள்
Lithosphere	- நிலக் கோளம்
Live load	- பயன் சுமை

Lophophore	- ஸ்ளவு உறுப்பு
Lubricant	- உயவுப் பொருள்
Lysosomes	- குறிமெய்யங்கள்
Lytic cycle	- அழிவுச் சுழற்சி
Male gamete	- ஆண் பாலினச் செல்
Mammary gland	- பால் சுரப்பி
Maximum intensity	- பெரும் அடர்வு
Mean deviation	- சராசரி விலக்கம்
Mesothorax	- நடு மார்பு
Metathorax	- கடை மார்பு
Milky way	- பால் வீதி
Minimum	- சிறுமம்
Minimum chi-square	- சிறும கை இருமடி
Mitosis	- குன்றல் பகுப்பு
Mode	- முகடு
Model testing	- படிம ஆய்வு
Modulation	- பண்பேற்றம்
Monomer	- ஒருறுப்பி
Musty odour	- ஊசல் மணம்
Mutation	- திடீர் மாற்றம்
Myeloma	- எலும்பிணைப் பாதிக்கும் சோற்றுப் புற்று
Nematodiasis	- உருளைப் புழு நோய்
Neutrophil	- வெள்ளையணுச் செல்
Nystagmus	- விழி ஊசலாட்டம்
Oil in water	- நீரில் எண்ணெய் வகை
Oleophilic	- எண்ணெய் விரும்பி
Omentum	- உதர மடிப்பு
Optic nerve	- பார்வை நரம்பு
Osmotic tension	- சவ்வூடு பரவும் இழப்பு ஆற்றல்
Oxidation state	- ஆக்சிஜனேற்ற நிலை
Pappillitis	- பார்வை நரம்பு அழற்சி

Parallax	- இடமாறு தோற்றப் பிழை
Parplesia	- இருகால் வாதம்
Pasturisation	- பால் நிலைப்படுத்தல்
Peritoneum	- உதர உறை
Petrographic analysis	- நுண் கல்லாய்வு
Phacolith	- அகமுகப் பாறை
Phase	- நிலைமை
Pinneret	- இழை புரி
Plastic	- நெகிழி
Plasticizer	- நெகிழ்வூட்டி
Plate girder bridge	- தகட்டு உத்தரப் பாலம்
Pleura	- நுரையீரல் உறை
Polymer	- பல்லுறுப்பி
Polymolecular film	- பல்மூலக் கூறு சவ்வு
Polymorphism	- பல் உருவத் தன்மை
Portal bracing	- வாயிற் சட்டகம்
Potential box	- மின்னழுத்தப் பெட்டி
Proboscis	- நுகர் உறுப்பு
Proteroglyph	- நச்சு நாளம்
Proterozoic era	- முதல் உயிருழிக் காலம்
Prothorax	- முன் மாப்பு
Proper motion	- இசைவான நகர்வு
Prophage	- மறைமுகப் பாக்டீரியா உண்ணி
Pupa	- கூட்டுப் புழு
Purgative	- மலமிளக்கி
Pyaemia	- குருதியின் சீழ்க் கலப்பு
Rack curing	- சட்டங்களில் பாடஞ் செய்தல்
Relative stopping power	- சார்பு நிறுத்து திறன்
Radial velocity	- ஆரத்திசை வேகம்
Ram	- ஊசல் பகுதி
Rhomboid	- செவ்விணை



Recipient genetics	- மரபு ஏற்பிகள்
Regression coefficient	- மாறிகளின் தொடர்பு குணகம்
Relative efficiency	- சார்புத் திறம்
Resistance welding	- மின்தடைப் பற்று வைப்பு
Rheology	- பாய்வு இயல்
Rigid frame bridge	- சட்டகப் பால வகை
Rivet	- தரையாணி
Rocker arm machine	- ஊசல் புயக் கருவி
Rotational flow	- சுழல் ஓட்டம்
Sedative	- அமைதியூட்டி
Serum	- ஊனீர்
Sex impulse	- பால் உந்துதல்
Sextant	- பாகை அளவி, கோண அளவி
Shear connector	- நறுக்கு இணைப்பு
Shearing force	- வெட்டும் உந்தம்
Sieve plate	- சல்லடைத் தட்டு
Signal	- குறியீடு
Skeue back	- தாழ்த்து சுவர்
Skim milk	- கொழுப்பு நீக்கப்பட்ட பால்
Slab bridge	- புலகப் பாலம்
Solution	- கரைசல்
Spurious correlation	- தீய்பாவி அல்லது பொருளற்ற உடன் உறவு
Standard deviation	- திட்ட விலக்கம்
Stellar speckle inferometry	- நட்சத்திரப் பாங்கு குறுக்கீட்டியல்
Stiffener	- வினாற்பூட்டி
Stomata	- தோலுழிவறை
Stratosphere	- மீவளி மண்டலம்
Streak	- தீற்றுத் துகள்
Stringer beam	- ஊடுவிட்டம்
Subsonic speed	- குறை ஒலி வேகம்
Substructure	- அமைம்

Super structure	- மேற் கட்டடம்
Suspension	- தொங்கல் கரைசல்
Suspension bridge	- தொங்கு பாலம்
Sway bracing	- சாய் சட்டகம்
Symbiosis	- கூட்டு உயிர் வாழ்க்கை
Sympodial	- இலைத் தண்டு
Synchronization	- ஒத்தியங்கு நிலை
Synergism	- சேர்க்கைத் தீவிரம்
Tautomer	- சமநிலை மாற்றி
Terminal velocity	- முற்றுத்திசை வேகம்
Tetanus	- இசிவு நோய்
Thermal loading	- வெப்பச் சுமை
Thermosetting plastic	- வெப்பத்தால் இறுகும் நெகிழி
Through bridge	- கீல் தளப் பாலம்
Thrust	- இறுக்க விசை
Tobacco leaf curl virus	- புகையிலை இலைச்சுருட்டை நச்சுயிரி
Top chord	- மேல் நான்
Torque	- திருப்புமை
Tractive force	- இழுவை விசை
Truss bridge	- கீழ்ச் சட்டகப் பாலம்
Trumpet hyphae	- மத்தள இழைகள்
Tunica albuginea	- கடின இணைப்புக் குழல்
Tunneling probability	- புழலிடல் நிகழ்தகவு
Tunnel junction	- புழல் சந்தி
Turbidity	- கலங்குமை
Turbulent flow	- கொந்தளிப்பு ஓட்டம்
Ulcerative colitis	- புண்ணுடைய பெருங்குடல் அழற்சி
Ultrasonic sound	- மீ ஒலி
Ultraviolet ray	- புற ஊதாக் கதிர்
Uniquely estimate	- தனிப்பட்ட மதிப்பீடு
Ursecticide	- புழுக் கொல்லி

Vaccum arc	- வெற்றிட வில்
Vaginulus	- புல்லட்டை
Valcanism	- எரிமலைச் செயல்
Valve	- தடுக்கிதழ்
Vector field	- திசையன் புலம்
Vented causeway	- கண்ணறைப் படுகைப் பாலம்
Vernal equinox	- வசந்த சம நோக்கு நாள்
Viscosity	- பாகியல்
Visible region	- கட்டபுலன் பகுதி
Water in oil	- எண்ணெயில் நீர்வகை
Wave number	- அலை எண்
Well foundation	- கிணற்றுக் கடைக்கால்
Whey	- பால் தெளிவு
Wobbles	- நடைத்தடுமாற்றம்

---



















